

The cover features a white background with two large, overlapping geometric shapes: a yellow rectangle on the left and a brown rectangle on the right. A central green rectangle with a black border contains the main title and subtitle in both Slovenian and English.

SAD

SLOVENSKO AGRONOMSKO DRUŠTVO
SLOVENIAN SOCIETY FOR AGRONOMY

**Novi izzivi v
poljedelstvu
2008**

ZBORNIK SIMPOZIJA

**New challenges in
field crop production
2008**

PROCEEDINGS OF SYMPOSIUM

Rogaška Slatina 2008

SAD

SLOVENSKO AGRONOMSKO DRUŠTVO
SLOVENIAN SOCIETY FOR AGRONOMY

**NOVI IZZIVI
V POLJEDELSTVU 2008**

ZBORNİK SIMPOZIJA

**NEW CHALLENGES
IN FIELD CROP PRODUCTION 2008**

PROCEEDINGS OF SYMPOSIUM

Rogaška Slatina, 2008

Novi izzivi v poljedelstvu 2008 z mednarodno udeležbo pod pokroviteljstvom
Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije
Rogaška Slatina, 4. in 5. december 2008

Zbornik simpozija

Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Anton Tajnšek

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno pravilnost odgovarjajo avtorji.

Tehnično uredila: Barbara Čeh
Tisk: Birografika BORI d. o. o., Ljubljana
Natisnjeno v 200 izvodih

Izdalo Slovensko agronomsko društvo
Copyright © Slovensko agronomsko društvo

Organizacijski odbor simpozija:

Zoran Čergan, univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, predsednik
viš. pred. dr. Darja Kocjan Ačko, Biotehniška fakulteta
doc. dr. Barbara Čeh, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije
Iris Škerbot, univ. dipl. inž. agr., Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije
Roman Novak, univ. dipl. inž. zoot., Center za razvoj kmetijstva in podeželja Jable

CIP - Kataložni zapis o publikaciji
Narodna in univerzitetna knjižnica, Ljubljana

633(082)

NOVI izzivi v poljedelstvu 2008 : zbornik simpozija = New challenges in field crop production 2008 : proceedings of symposium, Rogaška Slatina, [4. in 5. december] 2008 / [organizator] SAD - Slovensko agronomsko društvo = [organized by] Slovenian Society of Agronomy ; [glavni urednik Anton Tajnšek]. - Ljubljana : Slovensko agronomsko društvo, 2008
ISBN 978-961-90884-5-6
1. Vzp. stv. nasl. 2. Tajnšek, Anton 3. Slovensko agronomsko društvo
242231808

Kazalo

GNOJENJE IN PREHRANA RASTLIN

Bilanciranje hranil na poljedelsko – živinorejski ekološki kmetiji /

Balancing of nutrient on the organically managed farm with field cropping and animal production

(Anton **TAJNŠEK**).....12

Sustainable nutrient management in arable crop production /

Trajnostno gospodarjenje s hranili v pridelavi kmetijskih rastlin

(Heide **SPIEGEL**, Georg **DERSCH**).....21

Nitrogen efficiency in intensive field vegetable production /

Učinkovitost dušika v intenzivni pridelavi zelenjave

(Franz **WIESLER**, Martin **ARMBRUSTER**).....26

Primerjava navodil za gnojenje s kalijem med evropskimi laboratoriji na primeru dveh vzorcev iz Slovenije /

Comparison of guidelines for fertilization with potassium among European laboratories according to two soil samples from Slovenia

(Barbara **ČEH**, Anton **TAJNŠEK**, Iztok Jože **KOŠIR**).....32

Pridelovanje hmelja cv. Celeia z Mineralom – koraki k ekološki pridelavi hmelja /

Production of hops cv. Celeia with Mineral – steps towards ecological production of hops

(Barbara **ČEH**, Bojan **ČREMOŽNIK**, Magda **RAK CIZEJ**).....39

OBDELAVA TAL, SETEV IN PREMENA

Reduced soil tillage – Croatian experience /

Reducirana obdelava – izkušnje na Hrvaškem

(Ivica **KISIĆ**).....46

Vpliv direktne setve na pridelek koruze za silažo /

The effect of direct seeding on the silage corn yield

(Denis **STAJNKO**, Matjaž **SAGADIN**, Filip **VUČAJNK**, Rajko **BERNIK**).....54

Vpliv hitrosti setve na natančnost odlaganja semena pri podtlačni sejalnici za koruzo /

The effect of maize vacuum planter's working speed on the seed placement accuracy

(Filip **VUČAJNK**, Primož **BERUS**, Aleš **ZVER**, Rajko **BERNIK**).....61

Premena v hmeljiščih /

Crop rotation in hops growing

(Mateja **ROŽIČ PLAZOVNIK**, Igor **ŠANTAVEC**, Darja **KOCJAN AČKO**).....68

SOOBSTOJ GENSKO SPREMENJENIH RASTLIN Z OSTALIMI, ŽLATHTNJENJE

Novi izzivi gensko spremenjenih rastlin /

New challenges of genetically modified plants

(Jana ŽEL).....74

Možnosti soobstoja konvencionalne kmetijske pridelave in pridelave gensko spremenjenih rastlin /

Possibilities for coexistence between conventional crop production and production of genetically modified plants

(Vladimir MEGLIČ, Jelka ŠUŠTAR-VOZLIČ, Zoran ČERGAN, Peter DOLNIČAR, Janko VERBIČ, Kristina UGRINOVIČ, Barbara PIPAN, Marko MARAS, Katarina RUDOLF PILIH, Borut VRŠČAJ, Marjeta PINTAR, Katja ROSTOHAR).....78

Izdelava ocene tveganja za nenamerno sproščanje gensko spremenjene oljne ogrščice in okoljski monitoring /

Risk assessment of unintentional release of genetically modified oilseed rape and environmental monitoring

(Jelka ŠUŠTAR-VOZLIČ, Barbara PIPAN, Janko VERBIČ, Marko MARAS, Katarina RUDOLF PILIH, Katja ROSTOHAR, Vladimir MEGLIČ).....85

Soobstoj in zagotavljanje sledljivosti v prehranskih verigah krompirja in paradižnika /

Coexistence and traceability in potato and tomato food chains

(Peter DOLNIČAR, Kristina UGRINOVIČ, Jelka ŠUŠTAR-VOZLIČ, Vladimir MEGLIČ).....91

Transgene in cisgene rastline /

Transgenic and cisgenic plants

(Zlata LUTHAR).....99

Vzgoja proti krompirjevi plesni na listih odpornih sort krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije /

Breeding of potato varieties resistant to late blight on leaves at the Agricultural Institute of Slovenia

(Peter DOLNIČAR).....103

Žlahtnjenje zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) na odpornost proti črni žilavki kapusnic (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) /

Cabbage breeding (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) for resistance to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)

(Katarina RUDOLF PILIH).....108

TLA

Relationship between organic matter balance and productivity of arable soils /

Povezava med organsko snovjo in rodovitnostjo kmetijskih tal

(Jaromir KUBAT, Jan LIPAVSKY).....112

Kakovost tal po nanosu blata komunalne čistilne naprave / Soil quality after sewage sludge application (Marjetka SUHADOLC, David B. GRAHAM, Franc LOBNIK).....	121
WRB 2006 in modificirana jugoslovanska klasifikacija tal kot osnova za novo Slovensko klasifikacijo tal / WRB 2006 and modified Yugoslav soil classification as basis for new Slovenian soil classification (Tomaž KRALJ, Nataša J. VIDIC, Franc LOBNIK, Primož SIMONČIČ, Helena GRČMAN).....	128
Njive v strukturi kmetijskih zemljišč, njihova kakovost in urbanizacija v obdobju 1997 – 2007 / Arable land in the structure of agricultural land, their quality and urbanization between 1997 and 2007 (Borut VRŠČAJ).....	136
Modeliranje izpiranja herbicidov v tleh na Dravskem in Ptujskem polju / Herbicide leaching modeling in the soils of Dravsko and Ptujsko polje (Jolanda PERSOLJA, Marko ZUPAN, Franc LOBNIK).....	145
Oskrbljenost tal s fosforjem in kalijem na njivah v Sloveniji / Soil supply with phosphorous and potassium in the fields of Slovenia (Janez SUŠIN, Vida ŽNIDARŠIČ PONGRAC).....	152
Fosfor in kalij v tleh na območju občine Ribnica / Phosphorus and potassium in the soil in the Ribnica municipality (Irena ŠILC, Helena GRČMAN, Rok MIHELIČ).....	159
Vsebnost rastlinskih hranil na njivah Pomurja / Nutrient content on fields in the region Pomurje (Zita FLISAR NOVAK, Tatjana ČEH, Stanko KAPUN).....	166
Problematika določanja desorpcijskih lastnosti tal / Problems of estimating the water holdong capacity (Peter KORPAR, Marina PINTAR).....	173
Vpliv vodne bilance na naravno ozadje nitrata na območju Ljubljanskega polja / Influence of water balance on nitrate natural background on Ljubljana field (Vesna ZUPANC, Branka BRAČIČ ŽELEZNIK, Marina PINTAR).....	178
Dinamika gibanja vode v tleh pri pridelavi vrtnin na Ljubljanskem polju / Influence of irrigation method on soil moisture dynamics on Ljubljana field (Vesna ZUPANC, Peter KORPAR, Nina MARŠIČ-KACJAN, Janko URBANČ, Branka ŽELEZNIK, Sonja LOJEN, Martina ŠTRUM, Marina PINTAR).....	184
Vpliv rabe kmetijskih zemljišč na obliko melioracijskih jarkov / Influence of irrigation method on soil moisture dynamics on Ljubljana field (Vesna MILIČIČ, Vesna ZUPANC, Marina PINTAR).....	191

KMETIJSKA KULTURNA DEDIŠČINA, OKOLJSKI PROGRAM

Problemi ohranjanja varovane kmetijske kulturne dediščine na primeru ljubljanskih Krakovskih vrtov /

Problems of the protected agricultural cultural heritage preservation in case of Krakovo

Gardens in Ljubljana

(Katja VADNAL, Marijana JAKŠE, Vesna ALIČ, Danica JEREB-BOLKA).....195

Stališča kmetov ter kmetijskih svetovalcev do Slovenskega kmetijsko okoljskega programa /

Positions of farmers and agricultural advisors towards the Slovenian

Agri-environmental programme

(Marjana PUST VUČAJNK, Andrej UDOVČ).....202

ZELENJADARSTVO, ZDRAVILNE RASTLINE

Pridelava zelenjave na plavajočem sistemu /

Vegetable production on a floating sistem

(Marijana JAKŠE, Nina KACJAN-MARŠIČ).....208

Učinek cepljenja na pridelek plodovk /

Effect of grafting on yield of fruit-bearing vegetables

(Nina KACJAN-MARŠIČ, Marijana JAKŠE).....216

Koliko sladkorjev in vitamina C je v svežem zelju (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) /

How much sugars and vitamin C are found in raw cabbage (*Brassica oleracea* L.

var. *capitata*)

(Dragan ŽNIDARČIČ, Miloša GOGALA, Dean BAN, Rajko VIDRIH).....225

Možnosti gojenja motovilca (*Valerianella olitoria* L.) na stiropornih ploščah na poplavnih mizah /

The possibilities of growing corn salad (*Valerianella olitoria* L.) on styrofoam

plug trays on ebb and flow benches

(Dragan ŽNIDARČIČ, Nina KACJAN-MARŠIČ).....231

Grafični prikaz besedilnih pomenov v znanstvenem članku o gojenju paprike (*Capsicum annuum* L.) sorte Bianca F1 /

Map of textual patterns in research article of pepper (*Capsicum annuum* L.) 'Bianca F1'

planting

(Aleksandra BIZJAK KONČAR).....238

Produktivnost zelja v združenih setvah v ekološki pridelavi zelenjadnic /

Productivity of cabbage by intercropping system in organic vegetable production

(Marko ŽULJAN, Manfred JAKOP, Milojka FEKONJA, Franci BAVEC, Martina

BAVEC).....243

Zasnova sistema za identifikacijo okoljskih parametrov, pomembnih za pojavnost rastlinskih vrst v naravnih rastiščih in za ugotavljanje potencialnih lokacij za pridelovanje zdravih in aromatičnih rastlin /

System design for identification of ecological factors, relevant for appearance of plant species in natural habitats and for finding potential cultivation localities for medicinal and aromatic plants

(Dea **BARIČEVIČ**, Brane **VREŠ**, Andrej **SELIŠKAR**, Tomaž **SELIŠKAR**, Marko **ZUPAN**, Boris **TURK**, Borut **GOSAR**).....250

VARSTVO RASTLIN

Vpliv sorte, gnojenja z dušikom in razkuževanja semena na okuženost zrnja pšenice s *Fusarium* sp. in onesnaženost z mikotoksini /

The effect of variety, nitrogen fertilisation and seed dressing on the infestation of wheat grain with *Fusarium* sp. and contamination with mycotoxins

(Andrej **ZEMPLJIČ**, Romana **RUTAR**, Metka **ŽERJAV**, Jože **VERBIČ**).....257

Preučevanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebeke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera) /

Research on insecticidal activity of diatomaceous earth against adults of rice weevil

(*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera)

(Helena **ROJHT**, Katarina **KOS**, Stanislav **TRDAN**).....263

Zatiranje plevelov v oljnih bučah /

Oppressing the weeds in oil pumpkins (*Cucurbita pepo* L.)

(Draga **ZADRAVEC**, Andrej **JAMŠEK**, Jože **MIKLAVC**, Miro **MEŠL**,

Boštjan **MATKO**, Andrej **VRABIČ**, Martina **PLOJ**).....271

Naravna odpornost zelja na napad kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp., Coleoptera, Chrysomelidae) /

Natural resistance of cabbage against flea beetles (*Phyllotreta* spp., Coleoptera, Chrysomelidae) attack

(Stanislav **TRDAN**, Nevenka **VALIČ**, Irena **VOVK**, Mitja **MARTELANC**,

Breda **SIMONOVSKA**, Rajko **VIDRIH**, Dragan **ŽNIDARČIČ**).....279

Praktična uporaba entomopatogenih ogorčic v Sloveniji /

Practical use of entomopathogenic nematodes in Slovenia

(Žiga **LAZNIK**, Tímea **TOTH**, Tamás **LAKATOS**, Stanislav **TRDAN**).....287

Škodljivost gosenic koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner], Lepidoptera, Crambidae) na koruzi na Primorskem v obdobju 1998 – 2006 /

Damage caused by larvs of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* [Hübner], Lepidoptera, Crambidae) to corn in the Primorska region from 1998 to 2006

(Matjaž **HLADNIK**, Anka **POŽENEL**, Stanislav **TRDAN**).....294

Tehnični aspekti izbranih strojev za zatiranje odraslega koruznega hrošča / Technical aspects of machines chosen for the control of adult Western Corn Rootworm (Tomaž POJE, Tone GODEŠA, Denis STANJKO, Viktor JEJČIČ, Gregor UREK, Špela MODIC, Gregor LESKOŠEK, Majda RAK CIZEJ, Matjaž SAGADIN, Miran LAKOTA).....	303
---	-----

Soobstoj kmetovalca in čebelarja – vidik čebelarja / Coexistence of Farmer and Beekeeper – an aspect of beekeeper (Melita ŠEŠERKO, Vlado AVGUST, Andrej KANDOLF).....	309
--	-----

OKOLJE IN KMETIJSTVO

Podnebne spremembe ter sušnost v Sloveniji / Climate change and related drought spells in Slovenia (Andrej CEGLAR, Zalika ČREPINŠEK, Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ).....	316
--	-----

Analiza upravljanja s tveganji zaradi toče z uporabo atmosferskih modelov in dreves odločanja / Analysis of hail risk management using atmospheric models and decision trees (Stane KLEMENČIČ, Črtomir ROZMAN, Benedikt STRAJNAR, Mark ŽAGAR, Stanislava KLEMENČIČ-KOSI).....	323
---	-----

Škode v slovenskem kmetijstvu zaradi izrednih vremenskih dogodkov / Losses in Slovene agriculture due to extreme weather events (Zalika ČREPINŠEK, Andrej CEGLAR, Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ).....	331
---	-----

Definicije agrometeoroloških indkatorjev pri določanju območij z omejenimi možnostmi pridelovanja (OMD) / Definitions of agrometeorological indicators by identification on »Less Favoured Areas (LFA)« (Andreja SUŠNIK, Ana ŽUST).....	338
---	-----

Soil and Water Assesment Tool (SWAT) in ocenjevanje dolgoročnih učinkov kmetijsko okoljskih ukrepov na kakovost površinskih voda / Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and assessment of agri-environmental measures long-term effects on surface waters quality (Matjaž GLAVAN, Sue WHITE, Marina PINTAR).....	345
--	-----

TRAVNIŠTVO, PAŠNIŠTVO, ZARAŠČANJE

Vpliv paše ovc in gnojenja na pestrost travne ruše in vezavo ogljika na pašnikih visokega krasa / Influence of sheep grazing and fertilizing on sward diversity and carbon sequestration on pastures of high karst (Matej VIDRIH, Klemen ELER).....	351
--	-----

Trajnostna raba pašnikov Primorskega krasi v prihodnosti /

Sustainable management of karst pastures of the Primorska region of Slovenia in the future

(Klemen ELER, Jure ČOP, Matej VIDRIH).....358

Nekatere možnosti izboljšanja pridelave krme na travnikih Ljubljanskega barja iz zveze Arrhenatherion /Some possibilities of fodder production improvement of Ljubljana marsh grasslands from the alliance *Arrhenatherion*

(Tomaž SINKOVIČ, Jure ČOP).....365

Preprečevanje in zmanjševanje zaraščanja kmetijskih zemljišč v**Ribniško - Kočevski dolini /**

Elimination and limitation of the overgrowing agricultural land in the Ribniško-Kočevska waley

(Rozalija ILC, Darja KOCJAN AČKO).....372

KAKOVOST PRIDELKOV IN SEMENARSTVO**Ekološko pridelana ajda kot pomemben vir antioksidantov /**

Ecologically cultivated buckwheat as a source of natural antioxidants

(Ivan KREFT, Mateja GERM, Blanka VOMBERGAR).....380

Semenska vrednost plevnatega, oluščene in obrušenega semena pira /Seed value of chaff, shelled, and grind spelt wheat seed (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*)

(Zvonko GLAŽAR, Darja KOCJAN AČKO).....385

Laboratorijske analize kakovosti semena kmetijskih rastlin /

Laboratory analyses of agricultural seed quality

(Romana RUTAR).....390

BIOPLINSKE NAPRAVE, TRG TRAKTORJEV**Stanje in perspektive na področju kmetijskih bioplinskih naprav v Sloveniji /**

The situation and perspective in the field of agricultural biogas plant in Slovenia

(Tomaž POJE, Viktor JEJČIČ).....396

Analiza ponudbe na slovenskem trgu traktorjev /

Analysis of the offer for sale on the Slovene tractor market

(Tomaž POJE).....401

Bilanciranje hranil na poljedelsko-živinorejski ekološki kmetiji

Anton TAJNŠEK¹

Izvleček

Glede okoljskih zahtev veljajo pri računanju bilance hranil na poljedelsko-živinorejski ekološki kmetiji enaki kriteriji kot na konvencionalni, vendar pa je zaradi večjega pomena naravne rodovitnosti tal te zahteve težje uresničevati. Obseg živinorejske proizvodnje na kmetiji je odvisen od hektarskih pridelkov poljščin in od deleža teh pridelkov, ki jih uporabimo za domačo krmo. Poskus, da bi z dokupovanjem konvencionalne krme povečali število GVŽ ha⁻¹, privede do prekoračitve dopustnih toleranc pri saldu N, P in K. Bilanca hranil na kmetiji je rezultanta bilanc hleva ('hlev') in bilance polje ('polje'). Zagotoviti je treba tako tolerirani saldo 'hlev' kot tolerirani saldo 'polje'. V bilanco hranil 'kmečko dvorišče' vključimo tudi vsa hranila, ki jih vnesemo na kmetijo, in vsa hranila, ki jih z nje odnesemo. V prispevku je prikazan izračun bilance hranil na modelni poljedelsko-živinorejski kmetiji.

Ključne besede: poljedelsko živinorejska kmetija, bilanca kmetije, bilanca 'polje', bilanca 'hlev', modelna kmetija, sonaravni kolobar

Balancing of nutrient on the organically managed farm with field cropping and animal production

Abstract

With regard to the environmental demands the same nutrition-balance criterions are used on the organically managed farms with field cropping and animal production, as on the conventional farms. But, because the natural soil fertility at the organic farming is very important, it is hard to realize these criterions. The extend of animal production on the farm is depending on the yields of field crops and on the portion of the yields used for animal nutrition. Making effort to increase number of LU ha⁻¹ with the acquisition of forage outside the farm leads to the surpluses in N, P and K balances. Nutrition balance on the farm level is the resultant between stable balance and field balance. It is necessary to assure both tolerable balances: stable balance and field balance. In the calculation of the farm nutrient balance the nutrient from input and output should be accounted, too. The nutrient balance for model farm with field cropping and animal production is presented.

Key words: farm with field cropping and animal production, nutrient balance on farm, field balance, stable balance, sustainable field crops rotation

1 Uvod

V EU dobivajo kmetje, usmerjeni v ekološko kmetovanje, znatno višja direktna plačila kot kmetje, ki kmetujejo na konvencionalni način (Anon., 2007a; Anon., 2007 b). Zato nekateri lastniki kmetij iščejo možnost za boljši dobiček v širitvi svojih kmetij, ki jih preusmerjajo v ekološko pridelavo. V Sloveniji je bila leta 2006 povprečna velikost ekološke kmetije 14,3 ha (Anon., 2007c), medtem ko je bila povprečna velikost konvencionalne kmetije 6,4 ha. Skoraj dva in pol krat večja ekološka kmetija, v primerjavi s konvencionalno, omogoča zadovoljiv dohodek za preživetje, če se lastnik kmetije ravna po formalnih splošnih načelih ekološkega kmetijstva, pri tem pa ni nujno, da prideluje za trg. Iz virov MKGP (Anon., 2007c) izhaja, da je pri nas ekološka pridelava poljščin še vedno v začetnih povojih, saj je bilo leta 2006 od skupno 26.831 ha kmetijskih zemljišč v ekološki pridelavi 91,2% travinja, njiv pa le 5,9%. Ker pa temelji ekološka živinoreja, zlasti govedoreja, na pridelavi energetske beljakovinske

¹ Prof., dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: tone.tajnsek@bf.uni-lj.si

krme na lastnih njivah, je pogoj za večji razmah ekološke govedoreje sočasna uvedba ekološko usmerjene njivske proizvodnje. Problem je toliko bolj aktualen, ker kmetje v zadnjih letih vse bolj opuščajo živinorejo, kar se med drugim vidi po praznih strniščih oziroma s (krmnimi) dosevki neposejanih njivah po spravilu žit.

Ustrezno domišljena, ekološko usmerjena, poljedelsko živinorejska kmetija lahko omogoči preživetje tudi povprečno veliki slovenski kmetiji. Pogoj je, da kmet pridelovanje poljščin tako intenzificira, da kompletne krmne obroke za živino pridelava na lastnih njivah. Za uresničitev tega cilja je potrebno izpolniti najmanj tri pogoje: opraviti zložbo njiv in drugih zemljišč (zaradi potreb po paši tudi v hribovitem svetu), ohraniti obstoječo raven direktnih plačil za **tržno** ekološko njivsko in živinorejsko pridelavo, in tretji, morda najtežji pogoj – kmete je treba strokovno usposobiti za ekološko pridelovanje poljščin. Na Agencijo za kmetijske trge (op.: avtorjeva osebna komunikacija) kmetje sporočajo svoje prepričanje, da se poljščin, na primer, koruze, krompirja, pšenice, pese itd. na ekološki način (ker ne gre brez uporabe herbicidov) ne da pridelovati. Dejstvo pa je, da ekološka pridelava poljščin pač zahteva, če naj je trajnostna, mnogo več znanja kot konvencionalna, saj se komaj lahko zanašamo na uporabo mineralnih gnojil (Anon., 2007d).

V prispevku obravnavamo probleme v zvezi z zagotavljanjem trajne rodovitnosti njiv v ekološki pridelavi. Trajno rodovitnost omogoča ustrezen krogotok hranil v okviru kmetije. V ekološkem kmetovanju veljajo ista načela dobre kmetijske prakse kot v konvencionalni pridelavi. Kar zadeva tolerančni prag pri saldu hranil (saldo hranila je razlika med vnosom in iznosom hranila), se normativi spreminjajo, večinoma v smeri zmanjševanja še sprejemljivega salda. Tako je pri bilanci dušika dopustni razpon salda interval $-60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$ do $+60 \text{ kg ha}^{-1} \text{ N}$, pri bilanci fosforja znaša interval tolerance $-8,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ do $+8,7 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}$ ($> 20 \text{ kg ha}^{-1} \text{ P}_2\text{O}_5$; Gutser, 2006), pri bilanci kalija pa se giblje tolerirani saldo v intervalu $-50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ do $+50 \text{ kg ha}^{-1} \text{ K}$ (Heyn s sod., 2000). Zato je treba pri kroženju rastlinskih hranil na kmetiji le-ta v kar največji meri vedno znova vnesti v funkcijo pridelave (kot rastlinsko hranilo v tla), sicer se nam izgube hranil kopičijo in rodovitnost njive se že v teku nekaj let zmanjša na raven, ko s pridelovanjem ustvarjamo le izgubo. Odpravljanje pomanjkanja krme na kmetiji s stalnimi nakupi maksimalno dovoljenih količin krme, ali s pretirano uporabo dovoljenih gnojil za ekološko pridelavo, pa privede do salda hranil, ki presega dopustne tolerance po kriterijih dobre kmetijske prakse. S tem pa ekološka pridelava, kljub načelnemu deklariranju za ekološko, postane neekološka. Pospešuje namreč nastajanje toplogrednih plinov in onesnažuje tla in vodne vire.

V ekološkem kmetijstvu temelji ključna strategija ohranjanja ustrezne založenosti tal z N na vključitvi stročnic (predvsem lucerne in detelj, v manjši meri debelozrnatih stročnic) v kolobar (do maksimalno 30%) in na vračanju dušika na njivo z gnojem, ki ga pognojimo okopavinam, in z gnojnico, ki jo običajno pognojimo žitom. Količini gnoja in rastlinskih hranil v njem sta odvisni od obsega na kmetiji pridelane krme. Plevela, bolezni in škodljivce kontroliramo s širokim njivskim kolobarjem, ki mora biti vsaj 6-7 leten, in s pestrim izborom glavnih poljščin, ki vključuje tudi ustrezno izbrane dosevke, kjer je le možno. Z le-temi lahko, deloma ali v celoti, kompenziramo primanjkljaj fosforja in kalija, ki nastane z iznosom teh hranil s kmetije ob prodaji pridelkov in proizvodov živalskega izvora. Na koreninskih laskih strniščnih in drugih dosevkov, kot so križnice, ajda, facelija, travni dosevki in seradela (*Ornithopus sativus* L), se oblikuje simbiotična združba teh rastlin s talnimi glivami, tako imenovana mikoriza (Merbach s sod., 1997; Nziguheba in Bünemann, 2005; Eichler-Löbermann s sod., 2008). Ugodna posledica mikorize in dosevkov je aktivacija v talnih mineralih fiksiranih (težko topnih oziroma počasi topnih) rastlinskih hranil in prestrezanje oziroma »lovljenje« hranil, ki so se izprale v globlje talne horizonte. V konvencionalni

pridelavi je, zaradi inhibitornega vpliva mineralnih gnojil na talne glive, pomen mikorize zanemarljiv.

Kmetovalec, ki se na povprečno veliki slovenski kmetiji odloči za ekološko pridelavo, bo za preživetje nujno moral pridelovati poljščine in gojiti domače živali. Tako usmeritev narekuje dejstvo, da je ta kmetija majhna, zato je za njeno preživetje nujno, da se večja dodana vrednost kmetovanja doseže v navezavi z ekološko živinorejo. O tehtni ekološki pridelavi poljščin, kot alternativni običajnemu kmetovanju, lahko govorimo šele takrat, ko le-to s svojimi postopki pridelave zagotavlja trajno rodovitnost polj, in ko lahko ekološke kmetije trgu ponudijo celotno izbiro pridelkov, ki jih sicer nudijo v konvencionalno kmetijstvo usmerjeni kmetje. Cilj prispevka je, da se na primeru modelne poljedelsko živinorejske kmetije, usmerjene v ekološko pridelavo, prikaže način bilanciranja hranil.

2 Material in metode dela

Za obravnavani študijski problem izberemo model kmetije, ki ima kot kmetijska zemljišča v uporabi le njive (7 ha), razdeljene v poljine po približno 1 ha. Izhajamo iz trajnostnega uravnoteženega bilanciranja glavnih rastlinskih hranil v elementarni obliki, torej dušika (N), fosforja (P) in kalija (K). Saldo hranil v rotaciji kolobarja mora biti v okviru zgoraj navedenih toleranc. V uravnoteženo bilanco rastlinskih hranil na kmetiji moramo umestiti tudi obtežbo domačih živali na hektar (GVŽ ha⁻¹), tako da je le-ta skladna s količino doma pridelane krme. Za potrebe študije se odločimo za rejo molznic (650 kg molznica⁻¹ oziroma 1,3 GVŽ), z intenzivnostjo reje 10 l mleka na dan (mlečnost: 10 l dan⁻¹ molznica⁻¹). Dnevna potreba po energiji za takšno molznico je 69,4 MJ (Pallauf, 1993). Hektarsko obtežbo molznice izračunamo iz količine s poljščinami pridelane energije na hektar in potreb krave molznice po energiji. Za oceno hektarskih pridelkov poljščin uporabimo sekundarne podatke nekaterih prejšnjih raziskav (Tajnšek, 2002). Energetsko izdatnost kilograma pridelka poljščin v krmnem obroku povzamemo po ustreznih tabelah (Anon., 1993a).

Bilanco hranil na kmetiji predstavlja vsota bilance hranil v hlevu in bilance hranil na polju (polje: vse poljine na kmetiji). Saldo rastlinskih hranil v hlevski bilanci ('hlev') predstavlja razlika med vnosom hranil s krmo in z vitaminsko mineralnimi dodatki, ter iznosom hranil v gnoju, mleku, mesu in prodanem govedu. Saldo rastlinskih hranil v njivski bilanci ('polje') je razlika med hranili, ki so bila vnesena na polje, in hranili, ki so bila s pridelki iznesena s polja. Vnos predstavljajo hranila v zaoranem hlevskem gnoju, nakupljenem semenu in eksterno nakupljenih sredstvih za ekološko pridelavo. V iznosu so zajeta hranila, ki jih uporabimo za krmo molznic in telet, ter hranila, ki se nahajajo v prodanih pridelkih poljščin.

Izbor poljščin v kolobarju uravnotežimo tako, da so vse obdobje rotacije kolobarja zagotovljeni pogoji, ki zadržujejo prisotnost plevelov in škodljivcev izpod praga gospodarske škode. Glede na časovno potrebo po pripravi setvišča njivo orjemo vsako leto enkrat do trikrat, in sicer: spomladi, poleti in/ali jeseni. Izbor poljščin omogoča pripravo popolnega krmnega obroka za krave molznice iz krme, ki jo pridelamo doma. Presežek pridelkov poljščin ponudimo na trgu. Vsaka poljina meri po 1 ha, poljin je 7, kolobar pa:

1. leto: zgodnji krompir + jara krmna ogrščica
2. leto: jari ječmen + lucerna
3. leto: lucerna
4. leto: ozimna pšenica + ajda
5. leto: koruza za zrnje
6. leto: tritikala + koruza za pitnik
7. leto: grah + sudanska trava

Razvidno je, da vsako leto pridelujemo vse poljščine, ki so navedene v kolobarju. V kolobar vključeni dosevky so znani po mikorizni aktivnosti (Merbach s sod., 1997), kar igra pomembno vlogo pri zagotavljanju založenosti tal z rastlinskimi hranili v razredu C (pomembno zasti za fosfor).

Vsebnost dušika, fosforja in kalija v hlevskem gnoju in pridelkih povzamemo po priročniku firme Hydro (Anon., 1993a), s tem da jih uporabimo izražene v elementarni obliki.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 PRIDELKI POLJŠČIN, ODVZEM HRANIL IN UPORABA PRIDELKOV

V modelni kmetiji so pridelki poljščin (preglednica 1) za okoli 25-30% nižji, kot jih za ekološko pridelavo navajajo nekateri tuji viri (Philipps s sod., 1999). Za približno enak odstotek so pri nas, v primerjavi s pridelki v severozahodni Evropi, nižji tudi pridelki poljščin v konvencionalni pridelavi. Kot je razvidno iz preglednice 1, znaša povprečni letni iznos (odvzem) hranil z njiv **88,6 kg ha⁻¹ N, 23,5 kg ha⁻¹ P in 103,6 kg ha⁻¹ K**. Odločimo se, da vse pridelke porabimo za krmo molznic, razen jedilnega krompirja (90 dt ha⁻¹), dela pridelka pšenice (20 dt ha⁻¹), ječmena (15 dt ha⁻¹) in koruznega zrnja (20 dt ha⁻¹) ter celotnega pridelka ajde (10 dt ha⁻¹), ki jih prodamo. Koruzo oberemo ročno, koruznico pa uporabimo za pripravo silaže: Siliramo jo z jaro krmno ogrščico. Krma mora zadoščati za rejo molznic z mladim govedom, dokler ga ne prodamo (letno 2 GVŽ), in za proizvodnjo mleka, katerega del popijejo teleta, del pa prodamo.

3.2 RAZPOLOŽLJIVA KRMA ZA MOLZNICE IN RASTLINSKA HRANILA V GNOJU

Za pripravo močnih krmil uporabimo zrnje koruze, pšenice, ječmena in graha. Po izračunu {(25 dt koruznega zrnja + 15 dt ječmena + 15 dt pšenice + 30 dt graha) : (7 x 365 dni)} dobimo 3,3 kg dan⁻¹ močnih krmil. Dodatno močno krmilo predstavlja še krmni krompir, skupno 3000 kg oziroma 1,17 kg dan⁻¹, ki ga po poparjenju zmeljemo in siliramo. Kot seno uporabimo lucerno in sudansko travo, skupni razpoložljivi obrok sena je 4,15 kg dan⁻¹. Silažo pripravimo iz več skupin poljščin: iz krmne ogrščice in koruznice (88 dt jare krmne ogrščice in 45 dt koruznice), koruze za pitnik z lucerno (200 dt koruze za pitnik in 36,86 dt lucerne (35% SS)) in tritikale (172 dt). Povprečno pridelamo 21,23 kg kg dan⁻¹ silaže.

Preglednica 1: Pidelki poljščin in odvzem dušika, fosforja in kalija na hektar (modelna kmetija)

Leto v kolobarju	Poljščina	Pridelek (dt ha ⁻¹)	Odvzem hranil (kg ha ⁻¹)		
			Dušik (N)	Fosfor (P)	Kalij (K)
1. leto	Krompir	120	42,0	7,2	60,0
	Krmna ogrščica (35% SS)	88	21,0	27,0	51,0
2. leto	Jari ječmen s slamo (20% SS)*	30	69,0	12,9	50,1
	Lucerna (86% SS)	20	43,0	4,8	43,0
3. leto	Lucerna (86% SS)	65	139,7	15,6	139,7
4. leto	Pšenica s slamo (86%)*	35	84,0	16,8	55,3
	Ajda - zrnje (86% SS)	10	16,0	4,0	16,0
5. leto	Koruza – zrnje ((86% SS)	45	67,5	15,7	22,5
	Koruza – koruznica (86% SS)	45	31,5	9,0	75,1
6. leto	Tritikala za silažo (35% SS)	172	87,7	17,2	56,8
	Koruza za pitnik (28% SS)	200	66,0	14,0	66,0
7. leto	Grah – zrnje (91% SS)	30	110,0	12,9	30,0
	Sudanska trava (86%)	36	52,9	7,2	60,0
Povprečni letni odvzem hranil na hektar			118,6	23,5	103,6

*Pridelek zrnja

Če količino krme izrazimo energetske, je dnevno za krmo na razpolago naslednja količina energije: od močnih krmil 21,45 NEL MJ, od sena 15,13 NEL MJ, od krompirja 3,28 NEL MJ in silaže od 28,46 NEL MJ, skupno torej 68,32 NEL MJ. Iz sestave energije je razvidno, da je obrok dovolj harmoničen za rejo molznic. Kot smo že omenili, znaša dnevna potreba za rejo krave molznice (650 kg oziroma 1,3 GVŽ), z dnevno laktacijo 10 l mleka in s 4% mlečnih maščob (Pallauf, 1993), 69,4 NEL MJ. Torej lahko z lastno pridelavo krme gojimo 1,28 GVŽ ha⁻¹, oziroma le malo manj kot eno molznico na hektar.

Splošno znano je načelo, da glava velike živali (GVŽ, masa 500 kg žive teže) letno izloči 100 dt gnoja in 5 m³ gnojnice, v obeh je skupaj **70 kg N, 15,45 kg P in 91,5 kg K**. Tako 1,28 GVŽ letno izloči **89,6 kg N, 19,8 kg P in 117,1 kg K**. To količino hranil uporabimo pri izračunih salda na kmetiji.

3.3 PRIKAZ BILANCE HRANIL

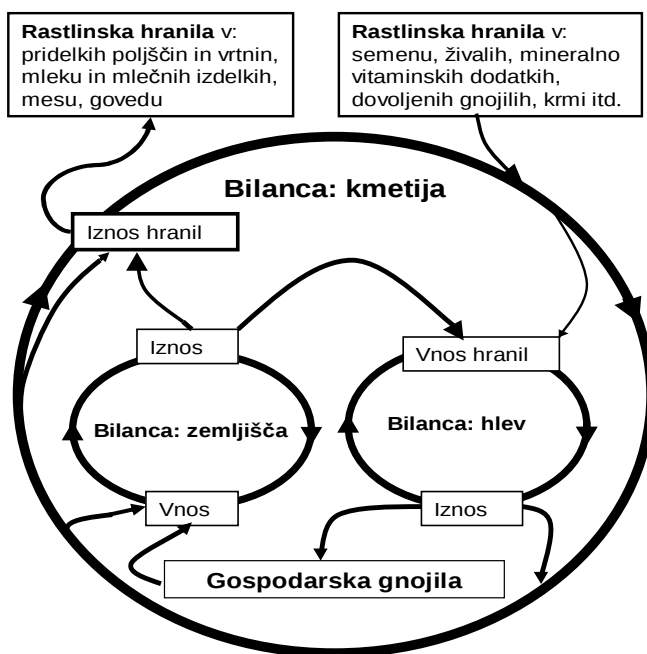
Na kmetiji potekata dve delni bilanci, bilanca 'hlev' in bilanca 'polje' – ta obsega bilanco kmetijskih zemljišč. Nobena od njiju ne pokaže celotnega krogotoka hranil na kmetiji. Krogotok hranil na kmetiji ni zaključen znotraj kmetije, in sicer zaradi potreb po nakupu materiala, ki vsebuje hranila (kot so: seme, mineralno vitaminski dodatki za živino, krma, gnojila, sredstva za varstvo rastlin, itd.), ter iznosa hranil kot posledico prodaje rastlinskih pridelkov in živalskih proizvodov (iznos hranil). Razlika med obema pokaže saldo na ravni bilance kmetije ('dvoriščna vrata').

Za ponazoritev poteka rastlinskih hranil na kmetiji navajamo shemo krogotoka hranil, vključno z vnosom in iznosom hranil na kmetijo (slika 1). Iz slike 1 je razvidno, da poleg hranil, ki se nahajajo v krmi, ki jo pridelamo na kmetiji, vnos hranil (aktiva) pri bilanci predstavljajo tudi hranila iz nakupa krme, semena in drugih pripravkov, ki so po spisku (Anon., 2007d) dovoljena v ekološki pridelavi. Iz slike 1 je razviden pomen iznosa hranil s kmetije za bilanco: le-tega sploh ni, če ničesar ne proizvajamo za trg, čim več pa je tržne proizvodnje, tem večji pomen imajo ta hranila pri bilanci kmetije. Omenjene interno-eksterne relacije pri bilanci hranil na kmetiji so eden glavnih vzrokov, da naši ekološki kmetje tako malo proizvajajo za trg, oziroma da imamo tako malo ekološke njivske pridelave. Šest do sedemletni njivski kolobar s pestrim naborom glavnih poljščin in dosevkov je gospodarsko smotrn le ob vključitvi reje živine, ki lahko za krmo izkoristi vse tiste glavne in stranske pridelke, ki niso neposredno uporabni za človeško prehrano, obenem pa z gnojem in sečem omogočijo, da se neizkoriščena rastlinska hranila vrnejo na njivo. Ta hranila ne vplivajo le na bilanco 'hlev' ampak tudi na bilanco 'polje', saj prispevajo k vnosu hranil (večja količina gnoja, hranila v semenu) na polje.

Za obravnavano modelno kmetijo ne predvidimo drugih vnosov kot vnos hranil z nakupom semena (preglednica 2), in vnos fosforja v obliki mineralno vitaminskih pripravkov (za bilanco 'hlev', glej preglednico 3). V našem primeru je količina hranil v semenu majhna, drugače pa je to pri bilanci 'hlev'. Dnevna količina dodatka fosforja h krmi za molznico, s 650 kg žive teže (1,3 GVŽ), s povprečno dnevno mlečnostjo 10 l mleka in 4% vsebnostjo maščob, namreč znaša 43 g (Pallauf, 1993). V celoletnem obdobju ta količina naraste na 15,7 kg čistega fosforja, kar pa že ima tehtno vlogo pri zagotavljanju trajne rodovitnosti njiv. V primeru naše modelne kmetije, kjer pridelana količina krme ne zadošča povsem eno molznico na hektar (1,28 GVŽ), je ta količina neznatno nižja; znaša 15,45 kg ha⁻¹ P.

Preglednica 2, bilanca 'polje', pokaže, da je v našem primeru njivski saldo med vnosom in iznosom fosforja skoraj izravnal, medtem ko je saldo dušika negativen in kalija pozitiven. Negativni saldo dušika, 26,5 kg ha⁻¹ leto⁻¹, pomeni, da smo ga za toliko več iznesli s polja, kot smo ga vnesli s hlevskim gnojem in semenom. Deficit dušika se lahko pokrije z učinkom

simbiotične vezave atmosferskega dušika na poljinah z lucerno in grahom. Prikazana fiksacija dušika tako ni majhna, saj se nanaša na povprečje vseh zemljišč na kmetiji. Iz sestave prikazanega kolobarja izhaja, da so v njegovi rotaciji poljine 28% zasedene s stročnicami, in tako je dejanska neto fiksacija dušika na teh poljinah najmanj $94,64 \text{ kg ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$



Slika 1. Krogotok hranil na poljedelsko-živinorejski ekološki kmetiji in bilanciranje hranil glede na vnos in iznos hranil.

V preglednici 3 prikazana bilanca 'hlev' ima izravnani bilanci 'vnos - iznos' dušika in fosforja. Če ne bi bilo stročnic, bi bil saldo 'vnos - iznos' dušika pri višini pridelkov, kakor so modelirani na primeru obravnavane kmetije, pomembno negativen; v resnici pa pridelki sploh ne bi dosegali ravni, kot je prikazana v preglednici 1. Podobno velja za fosfor, ki ima v preglednici 3 zelo izravnano bilanco, vendar je le-ta posledica dodatka rudnin s fosforjem kot dodatek h krmnemu obroku kravam molznicam. Delež na ta način vnesenega fosforja pri vnosu hranil v hlev (bilanca 'hlev') znaša kar 50%. Ker iznesemo pomemben delež tega fosforja z gnojem na njive, bi se pri trajnejšem izostanku tega vira fosforja rodovitnost njiv tako zmanjšala, da ekološka njivska pridelava ne bi bila več gospodarna, oziroma bi bilo potrebno uporabiti fosforna gnojila iz kataloga dovoljenih gnojil.

Zmerno pozitivni saldo kalija, kot je prikazan v preglednici 2, je strokovno sprejemljiv. Pomeni torej, da smo na polju pustili 15 kg ha^{-1} kalija, ki smo ga pognojili. Ko sprejemamo razlago, da se deficit dušika pokrije s biotično fiksacijo dušika, se na primeru naše kmetije izkaže, da je fosfor makro hranilo, ki je na ravni bilance 'polje' skoraj povsem izravnano.

Čeprav ima, kot smo predhodno že omenili, mikoriza pomembno vlogo pri zagotavljanju fosforja za rastline v ekološki pridelavi, so pri bilanci tega hranila pomembni tudi dodani živinski vitaminsko mineralni koncentraciji, ki jih potem najdemo v gnoju in seču.

Preglednica 2: Bilanca rastlinskih hranil 'polje', modelna kmetija

Vnesena hranila	Količina (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Iznesena hranila	Količina (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Saldo 'vnos - iznos' (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)
N – v gnoju	89,6	N – v prodanih pridelkih	16,21	-26,5
N – v semenu	2,5	N – v krmi	102,39	
P – v gnoju	19,8	P – v prodanih pridelkih	4,38	+0,5
P – v semenu	0,5	P – v krmi	19,12	
K – v gnoju	117,1	K – v prodanih pridelkih	9,75	+15,0
K – v semenu	1,5	K – v krmi	93,85	

Preglednica 3: Bilanca rastlinskih hranil 'hlev', modelna kmetija

Vnos hranil	Količina (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Iznos hranil	Količina (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Saldo 'vnos - iznos' (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)
N – v krmi	102,39	N – v gnoju	89,6	+3,79
		N – v mleku	2,0	
		N – prodaja živine	7,0	
P – v mineralno vitamin. koncentratih	15,45	P – v mleku	3,6	+4,63
P – v krmi	15,58	P – v gnoju	19,80	
K – v krmi	90,64	P – prodaja živine	3,0	-12,96
		K – v gnoju	103,6	

Iz povedanega izhaja, da sta bilanci 'polje' in 'hlev' vzročno-posledično povezani. Na primer: če agrotehničnih ukrepov v pridelavi poljščin ne izvajamo dovolj strokovno, pridelki niso dovolj visoki, da bi rastline nudena hranila vgradila v svojo biomaso, posledično niti krme niti gnoja ni dovolj za uspešni naslednji rastni cikel. Na dolgi rok je ključna bilanca rastlinskih hranil na kmetiji, tako imenovana bilanca 'dvoriščna vrata'. Njen saldo je seštevek bilance 'hlev' in bilance 'polje' (preglednica 4). Saldo dušika, fosforja in kalija v bilanci 'dvoriščna vrata' se mora gibati v razponu uvodoma navedenih dopustnih toleranc. V tej študiji, ki služi za modelni prikaz razčlenbe bilance hranil na kmetiji, saldo nobenega makrohranila ne presega dopustne tolerance, v praksi, kjer so razmere zelo nepredvidljive, pa je optimalno ekološko gospodarjenje po 'načelih dobre kmetijske prakse' težje uresničljivo.

Preglednica 4: Bilanca rastlinskih hranil na kmetiji (bilanca 'dvoriščna vrata'), modelna kmetija

Hranilo	Saldo 'hlev' (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Saldo 'polje' (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)	Saldo 'dvoriščna vrata' (kg ha ⁻¹ leto ⁻¹)
N	+ 3,79	- 26,5	-22,71
P	+4,63	+0,5	+5,13
K	-12,96	+15,0	+2,04

Zastavlja se vprašanje, kakšna je povezava med uravnoteženo bilanco hranil na kmetiji in okoljskimi problemi. Velika: pri ekološkem kmetijstvu je moralna zaveza po varovanju okolja še večja kot pri konvencionalnem. Za obe obliki kmetovanja pa velja, da vsako hranilo, ki ga kmetijske rastline ne prestrežejo v svojo biomaso, ali ki ga prek krme živali ne izkoristijo, pospešuje toplogredni izpust plinov v zrak, vodi k onesnaževanju voda ipd. Vsak kilogram

ogljika, ki se sprost pri razgradnji hlevskega gnoja, ne da bi se druga, pri tej razgradnji sproščena in za rast kmetijskih rastlin potrebna hranila, zopet ne vgradila v rastlinsko biomaso, predstavlja povečanje toplogrednega ogljikovega dioksida v zraku za 3,67 kg. Uravnotežena bilanca hranil je tako ključni kazalnik okoljske sprejemljivosti ekološkega kmetovanja.

4 Sklepi

Ekološka pridelava poljščin je v Sloveniji, 20 let po začetku te oblike kmetovanja, še vedno v povojih, saj nanjo odpade le 5,9% površin od celokupnega obsega zemljišč z ekološko pridelavo.

Dejstvo, da so ekološke kmetije v povprečju več kot dvakrat večje od konvencionalnih, dopušča sklep, da le-te iščejo svojo eksistenco predvsem v prihodkih iz direktnih plačil, v manjši meri v tržni proizvodnji.

Povprečno velika slovenska kmetija lahko preživi, če se usmeri v poljedelsko živinorejsko tržno proizvodnjo. Taka oblika kmetovanja omogoča ohranjanje rodovitnosti njiv na dovolj visoki ravni, da je tržna pridelava donosna. Zanj pa morajo biti izpolnjeni vsaj trije pogoji: opraviti je treba zložbo njiv, ohraniti obstoječo raven direktnih plačil za tržno ekološko njivsko in živinorejsko pridelavo, in tretji, morda najtežji pogoj – kmete je treba usposobiti za strokovno ekološko pridelovanje poljščin.

Čim višji je delež tržne pridelave, toliko pomembnejše in zahtevnejše je bilanciranje krogotoka hranil na kmetiji. Bilanca hranil je sestavljena iz bilance 'polje', bilance 'hlev', obe skupaj pa predstavljata bilanco 'dvoriščna vrata'. Slednja je ključna za ohranjanje ravni proizvodnje in varstva okolja.

Ob reji živine na kmetiji je mnogo lažje doseči ustrezno bilanco hranila pri pridelovanju poljščin, kot če je kmetija brez živine.

Najtežji problem predstavlja zagotavljanje ustrezne založenosti tal s fosforjem in rastlinam razpoložljivim dušikom. S širokim, šest do sedemletnim kolobarjem s pomočjo mikorize mobiliziramo težko topni fosfor v tleh, z ustreznim deležem stročnic v kolobarju pa ob uporabi hlevskega gnoja zagotovimo dovolj dušika za donosno ekološko pridelavo poljščin.

5 Literatura

- Anon., 1993. Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau. HydromAgri Dülmen GmnH, Dülmen, 201–258
- Anon. 2007a. Uredba o plačilih za kmetijsko okoljske ukrepe iz Programa razvoja podeželja za Republiko Slovenijo 2004–2006 v letih 2007–2010. Uradni list RS, št. 19/07
- Anon. 2007b. Uredba o plačilih za ukrepe osi 2 iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007–2013 v letih 2007–2013. Uradni list RS, št. 19/07
- Anon. 2007c.
http://www.mkgp.gov.si/si/o_ministrstvu/direktorati/direktorat_za_kmetijstvo/sektor_za_sonaravn_o_km...:2
- Anon. 2007d. Katalog dovoljenih sredstev za ekološko kmetijstvo. Inštitut za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu in gozdarstvu, Maribor: 1–80
- Eichler-Löbermann, B., Köhne, S., Kowalski, B., Schnug, E. 2008. Effect of catch cropping on phosphorus bioavailability in comparison to organic and inorganic fertilization. Journal of plant nutrition, 31: 659–676
- Gutser, R. 2006. Balance of nitrogen flows in farms for estimation and optimisation of fertilizing strategies. Acta Agriculturae Slovenica, BF, Ljubljana, 87, 1: 129–142
- Heyn, J., Claasen, N., Eckert, H., Knorre von, D. 2000. Nachhaltige Landbewirtschaftung Anforderungen und Kriterien aus ökologischer Sicht. Nachhaltige Landwirtschaft I. 112. VDLUFA-Kongress, Stuttgart-Hohenheim: 24–44

- Merbach, W., Wurbs, A., Jacob, H. J., Latus, C. 1997. Temporary biological conservation by winter oilseed turnip (*Brassica rapa* L.) and its influence on following crops and N-percolation. *Isotops Environ, Health Stud.*, 33: 39–43
- Nziguheba, G., Bünemann, E. K. 2005. Organic phosphorus dynamics in tropical agroecosystems. V: *Organic phosphorus in the environment*, Wallingford, Oxfordshire, UK, CABI Publishing: 243–268
- Pallauf, J., Tierernährung, 1993. V: *Faustzahlen für Landwirtschaft und Gartenbau*. HydromAgri Dülmen GmnH, Dülmen: 212
- Philipps, L., Welsh, J. P., Wolfe, M. S. 1999. Ten years experience of all-arable rotations. V: *Designing and testing crop rotations for organic farming*. Proceeding from an International Workshop. Danish research center for organic farming: 71–84
- Tajnšek, A., 2002. Gospodarnost konzervacijske obdelave poljščin v primerjavi s konvencionalno obdelavo na poskusnem polju Jable pri Ljubljani. *Novi izzivi v poljedelstvu*, Ljubljana: 15–22

Sustainable nutrient management in arable crop production

Heide SPIEGEL¹, Georg DERSCH²

Abstract

Phosphorus fertilisation according to the fertiliser recommendations is still of great importance in Austria, although economic advantages have declined recently due to the increased fertiliser costs. A decrease of plant available phosphorus contents into supply class B should be avoided. Provided that fertiliser costs remain at a high level, potassium fertilisation should be restricted to potassium sensitive crops. The ranges for economically justifiable fertilisation are small; phosphorus and potassium fertilisers should be only applied on the basis of soil investigations.

Key words: phosphorus, potassium, fertilisation

Trajnostno gospodarjenje s hranili v pridelavi kmetijskih rastlin

Izvleček

Gnojenje s fosforjem glede na priporočila za gnojenje je v Avstriji še vedno zelo pomembno, čeprav je ekonomski vidik temu zdaj manj naklonjen zaradi povečanja cene gnojil. Morali pa bi se izogniti temu, da bi se preskrbljenost s fosforjem zmanjšala na razred B. Če ostanejo cene gnojil visoke, naj bi bilo gnojenje s kalijem omejeno na rastline, občutljive na njegovo pomanjkanje. Rang za ekonomsko upravičeno gnojenje je ozek. Fosforjeva in kalijeva gnojila naj bi se uporabljala izključno glede na analize tal.

Ključne besede: fosfor, kalij, gnojenje

1 Introduction

Long term field experiments at different sites and with graded fertilisation stages are the basis for appropriate fertiliser recommendations and thus for a sustainable nutrient management. In general, fertilisation should be targeted on zero nutrient balances and the maintenance of the 'medium' supply class C for phosphorus (P) and potassium (K). The supplement of nutrients should be carried out for P and K due to the soil analyses of plant available nutrients (Dersch, 2005). However, also the site-specific expectation of yields must be taken into account.

The 'Austrian Guidelines for appropriate fertilisation' for arable land and grassland (BMLFUW, 2006) have been revised in 2006 (Spiegel et al., 2006). According to the results of long term field experiments the broad range and the high upper limit of the 'medium' supply class for P and K was met with a bisection of this class (47-89 and 90-111 mg CAL-P kg⁻¹ soil as well as 113-176 and 177-212 mg CAL-K kg⁻¹ soil for a medium textured soil). A reduction of fertiliser recommendation up to 50% in the 'high' medium class of P and K was recommended.

Prices for agricultural products have changed in recent years and especially costs for fertilisers have increased to a considerable extent. In this contribution the effects of different P- and K-fertilisation on nutrient balances, on plant available CAL-P- and CAL-K-contents in the soil as well as economic effects at three different sites - including the development of fertiliser prices - will be introduced.

¹ Dr., Austrian Agency for Health and Food Safety, Institute for Soil Health and Plant Nutrition, Spargelfeldstraße 191, A-1220 Vienna, e-mail: adelheid.spiegel@ages.at

² Dr., the same address, e-mail: georg.dersch@ages.at

2 Material and methods

The field experiments (Table 1) were installed in 1976 with four N, four P, four K and three Mg stages, three replicates per treatment, the plots measuring 6 (10) m x 5 m. The nutrients not tested were sufficiently provided. Crop residues were always removed till 1991 and incorporated since then, fertilisation was adapted to this fact. P_2O_5 und K_2O fertilisation was applied depending on the crop. For sugar beet and potatoes 0, 60, 120 and 240 kg/ha P_2O_5 as well as 0, 120, 240 and 480 kg/ha K_2O annually were given, for the other crops the fertilisation amounted to 0, 50, 100 and 200 kg/ha P_2O_5 annually as well as to 0, 75, 150 und 300 kg/ha K_2O annually.

In the recent years the plots were fertilised uniformly every second year because of the low nutrient removals due to the incorporation of the crop residues in the amount of: 0, 55, 110 and 220 kg/ha P_2O_5 annually as well as 0, 90, 180 and 360 kg/ha K_2O annually with the stages P0, P1, P2 and P4 as well as K0, K1, K2 and K4. P and K concentrations were analysed in the removed products (crop and crop residues as grain straw and leaves of potatoes and sugar beet) and - together with the yields - balances could be computed. Plant available P and K in the soil were determined with the CAL (Calciumacetate and -lactate) method according to Schüller (1969). For the economic evaluation the actual prices of the products (including quality supplement) and those of the mineral fertilisers were used, whereas fertilisation costs were subtracted from the annual yield surpluses.

Table 1: Site characteristics

	Fuchsenbigl	Breitstetten	Zissersdorf
Soil type	Haplic Chernosem	Gleyic Phaeozem	Haplic Chernosem
Sand/silt/clay	45/38/17	16/50/34	17/65/18
Texture	Sandy loam	Loam	Loamy Silt
pH (CaCl ₂)	7.59	7.64	7.56
CaCO ₃	11%	28.5%	9.0%
Corg (g kg ⁻¹)	16.7	27.6	15.9
Crop rotation	22% root crops	41% root crops	30% root crops
(till 2002)	7% legumes	7% legumes	7% legumes
	11% oleiferous fruit	4% vegetables	63% cereals
	60 % cereals	48% cereals	

3 Results and discussion

The most distinct differentiation within the three sites was the texture and the share of root crops in the crop rotation. It amounted in Fuchsenbigl, a medium textured site, more than 20%, in Breitstetten, heavily textured, about 40% (and additionally onions were grown) and in Zissersdorf, medium textured, 30% root crops were cultivated.

3.1. PHOSPHORUS

The available nutrients remained in the 'medium' class C due to annual P fertilisation in the amount of P removal. This resulted in additional profits of 74 €/ha and 120 €/ha annually in Fuchsenbigl and in Breitstetten in 2007, with actual prices (2008) the profitability has strongly decreased. At Zissersdorf, where P contents were situated in the high C level (100 mg P / kg soil), it does not make sense to maintain it; P fertilisation can be applied below P removal of the crops. An increase of P contents into the supply class 'high' (D) due to excessive fertilisation did not cause losses only in the crop rotation with the highest share of root crops in 2007. With enhanced fertiliser prices in 2008, the losses at each site exceeded 100 €/ha

annually, especially with lower shares of root crops in the crop rotation. Usually, an optimal fertilisation can be achieved with a zero balanced fertilisation, aiming in the replacement of P taken off by the crops. This confirms the findings of Fotyma et al. (2008), that in most systems of fertilizer recommendations the rate of P in the medium soil class is focused on the potential (expected) removal of this element by the crop. However, if the P content is only slightly elevated, also P fertilisation in the amount of crop offtake may lead to economic losses with the actual high fertiliser prices (Table 2).

Table 2: Effects of different P fertilisation at two sites after three decades

Fertilisation	P class (mg P kg ⁻¹ soil) at the beginning of the field experiment	Fuchsenbigl	Breitstetten	Zissersdorf
		C (70)	C (70)	C (100)
P0	P class (mg P kg ⁻¹ soil)	B (46)	B (35)	C (72)
	P balance (kg P ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 18 kg P	- 23 kg P	- 20 kg P
P1	P class (mg P kg ⁻¹ soil)	C (75)	C (50)	C (85)
	P balance (kg P ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 2 kg P	- 2 kg P	0 kg P
	*Profit/loss 2007 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 74 €	+ 76 €	-13 €
	Profit/loss 2008 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 45 €	+ 46 €	- 42 €
P2	P class (mg P kg ⁻¹ soil)	C (100)	C (80)	C (110)
	P balance (kg P ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 21 kg P	+ 19 kg P	+ 21 kg P
	Profit/loss 2007(€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 47 €	+ 120 €	- 42 €
	Profit/loss 2008 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 10 €	+ 60 €	-101 €
P4	P class (mg P kg ⁻¹ soil)	D (150)	D (113)	D (155)
	P balance (kg P ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 63 kg P	+ 62 kg P	+ 62 kg P
	Profit/loss 2007(€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 22 €	+ 13 €	-121 €
	Profit/loss 2008 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 134 €	-107 €	-239 €

*Profit/loss in comparison to zero-P-fertilisation, costs per kg P₂O₅: 2007: 0.87 €, 2008: 1.47 €

3.3. POTASSIUM

Zero K fertilisation over three decades resulted in a decrease of plant available K into supply class B (low) with 22% – 30% root crops and to class A (very low) with a higher portion. In Fuchsenbigl already the low amounts of K fertilisers (about 70 kg/ha K₂O annually) lead to economic disadvantages due to high fertiliser prices. This does not mean that an omission of K fertiliser use can be deduced. However, an approach to the lower limit of supply class C (112 mg/kg K) and also negative K balances (> -37 kg/ha K annually) should be possible. With a high share of K sensitive crops (potatoes, sugar beet, onions) in the crop rotation the replacement of K offtake by the crops (variant K2) is profitable (although the profits have decreased recently). The maintenance of plant available K in the medium supply class does not seem to have economic priority, a decrease in supply class B is imaginable. However, a decrease of crop quality (e.g. for potatoes and onions) with low K supply was not included in these evaluations. An excessive K supply (K4) caused a K increase into supply classes D (high) and E (very high) and did not show any effects on crop yield and quality. This has lead already in recent years to severe economic disadvantages, which have increased with high fertiliser prices (Table 3).

Table 3: Effects of different K fertilisation at two sites after 3 decades

Fertilisation	K class (mg K kg ⁻¹ soil) at the beginning of the field experiment	Fuchsenbigl	Breitstetten	Zissersdorf
		C (120)	C (150)	C (170)
K0	K class (mg K kg ⁻¹ soil)	B (90)	A (65)	B (105)
	K balance (kg K ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 95 kg K	- 124 kg K	- 91 kg K
K1	K class (mg K kg ⁻¹ soil)	C (140)	B (100)	C (130)
	K balance (kg K ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 37 kg K	- 69 kg K	- 35 kg K
	Profit/loss 2007 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 21 €	+ 63 €	+ 4 €
	Profit/loss 2008	- 52 €	+ 29	- 29 €
K2	K class (mg K kg ⁻¹ soil)	D (215)	C (160)	D (220)
	K balance (kg K ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 26 kg K	+ 6 kg K	+ 26 kg K
	Profit/loss 2007 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 57 €	+ 79 €	-24 €
	Profit/loss 2008	- 119 €	+ 12 €	- 89 €
K4	K class (mg K kg ⁻¹ soil)	E (350)	D (280)	E(350)
	K balance (kg K ha ⁻¹ yr ⁻¹)	+ 151 kg K	+ 138 kg K	+ 153 kg K
	Profit/loss 2007 (€ ha ⁻¹ yr ⁻¹)	- 214 €	- 59 €	- 112 €
	Profit/loss 2008	-326 €	-193 €	- 241€

Profit/loss in comparison to zero-K-fertilisation, costs per kg K₂O: 2007: 0.60 €, 2008: 1.00 €

4 Conclusions

- P fertilisation is still of utmost importance, although the economic advantages have decreased even with exact P fertilisation according to the fertiliser recommendations (BMLFUW, 2006). A decrease of plant available P into supply class B (low) should be avoided. P reserves (higher supply classes than C) should be exploited, an incorrect P supply only produces costs, also, if only slightly increased P contents exist.
- K fertilisation should be given primarily to K sensitive crops (potatoes, sugar beet, vegetables) under the actual economic circumstances. In crop rotations with a low percentage of root crops a decrease of plant available K to the lower limit of C is possible (with the assumption that costs for K fertiliser will decrease again).
- Before P and K fertilisers are applied, the nutrient status of the soil should be known. Therefore soil analyses of plant available P and K – at least every six years – are economically reasonable, especially when fertiliser prices are high.
- If a need for nutrients is detected by soil analyses, P and K should be fertilised specifically to root crops and spring grains.
- The latest evaluation of the long term experimental data confirms the changes of the 'Austrian Guidelines for appropriate fertilisation' for arable land and grassland on the whole. Especially the new assessment of supply class C, where P and K recommendations were reduced (50% of P fertilisation; 50% of K fertilisation for cereals and starch potatoes; 75% of the previous K fertilisation of K sensitive root crops) is meaningful. However, if fertiliser prices remain at the actual high levels the bisection of P and K fertilisation may already start at 80 mg/kg CAL-P (instead of 90 mg/kg CAL-P) and at 152 mg/kg CAL-K for medium textured soils (instead of 177 mg/kg CAL-K).
- Due to the increased fertiliser costs the ranges for economically justifiable fertilisation are small, P and K fertilisers should be only applied on the basis of soil investigations. Fertilisation without the knowledge of the nutrient status of the soil runs the risk of severe economic errors.

5 Literature

- BMLFUW. 2006. Richtlinien für die sachgerechte Düngung. Anleitung zur Interpretation von Bodenuntersuchungsergebnissen. 6. Auflage. Fachbeirat für Bodenfruchtbarkeit und Bodenschutz. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, Wien.
- Dersch, G. 2005. Bodenuntersuchung und Nährstoffbilanzen als Grundlagen für ein nachhaltiges Nährstoffmanagement in Marktfruchtbetrieben im Osten Österreich. *Agro Zucker Stärke*, 34-42.
- Fotyma, M., Dobers, S. et al. (2008): Soil testing methods and fertilizer recommendations in Central–Eastern European countries. *Fertilizers and Fertilization*, 30, 109 pp., Institute of Soil Science and Plant Cultivation, Pulawy ISSN 1509-8095.
- Schüller, H. 1969. Die CAL-Methode, eine neue Methode zur Bestimmung des pflanzenverfügbaren Phosphates im Boden. *Z. Pflanzenernähr. Bodenk.* 123, 49 – 63.
- Spiegel, H., Baumgarten, A. and G. Dersch. 2006. Revised Form of the “Austrian Guidelines for appropriate fertilisation” and the influence of Cross Compliance and its national implementation. *Acta agriculturae Slovenica*, 87-1, 93-107. ISSN 1581-9175 (in German).

Nitrogen efficiency in intensive field vegetable production

Franz WIESLER³, Martin ARMBRUSTER⁴

Abstract

To improve nitrogen (N) efficiency in agriculture, integrated N management strategies that take into consideration improved fertilizer, soil and crop management practices are necessary. This paper reports results of 3-year field experiments, showing that a combination of (i) accurate prediction of N fertilizer demand with soil and / or plant tests, (ii) environmentally friendly crop rotations and (iii) proper management of crop residues is suitable to produce high vegetable yields and qualities with drastically reduced N fertilizer application rates. This leads to reduced N balance surpluses and reduced N losses through leaching.

Key words: crop residues, crop rotation, integrated N management, N balance, nitrate leaching, prediction of fertilizer demand

Učinkovitost dušika v intenzivni pridelavi zelenjave

Izvleček

Za izboljšanje učinkovitosti dušika v kmetijstvu so nujne strategije integriranega gospodarjenja z dušikom, ki upoštevajo izboljšano gospodarjenje z gnojili, tlemi in posevki. V prispevku so predstavljeni rezultati triletnih poljskih poskusov, ki kažejo, da je kombinacija (i) natančnega poznavanja zahtev po gnojilih na podlagi talnih in / ali rastlinskih testov, (ii) okoljsko prijaznega kolobarja in (iii) ustreznega gospodarjenja z rastlinskimi ostanki ustrezna za pridelavo visokih in kvalitetnih pridelkov zelenjave z drastično zmanjšanimi odmerki dušičnih gnojil. To vodi v reduciranje presežkov dušika in zmanjšanje izgub dušika s spiranjem.

Ključne besede: rastlinski ostanki, kolobar, integrirano gospodarjenje, bilanca dušika, spiranje nitratov, napoved zahteve po gnojenju

1 Introduction

Nitrogen (N) is the most limiting nutrient for crop production in many of the world's agricultural areas. To meet the food needs of a growing world population, global use of N fertilizers increased largely during the past decades (Byrnes and Bumb, 1998). However, the efficiency of fertilizer N is frequently small, with often less than 50% of the applied N taken up by the crop (Wiesler, 1998). This may cause severe yield limitations where there is a lack of N fertilizers and may increase the risk of environmental pollution of both air (NH₃, N₂O) and water (NO₃⁻), particularly where high N fertilizer doses are applied to achieve maximum yields and / or crop qualities. N efficiency is particularly low in areas with high inputs of organic fertilizers (i.e. intensive livestock farming) and in regions with intensive field vegetable production. Under these conditions, several weak points may be involved in low N use efficiency, namely (i) poor root growth caused by both soil structure problems and cultivation of shallow rooting vegetable species, (ii) large amounts of N left in the field in crop residues, which are subjected to leaching over winter, and (iii) excessive N fertilization, due to quality standard demands of the market, such as size and color of the produce (Armbruster et al., 2008). To improve N efficiency in agriculture, numerous measures have been tested and recommended in the past decades, including improved fertilizer, soil and crop

³ Prof., Dr., LUFA Speyer, Obere Langgasse 40, D-67346 Speyer, Germany, e-mail: wiesler@lufa-speyer.de

⁴ Dr., the same address, e-mail: armbruster@lufa-speyer.de

management strategies (Wiesler et al., 2001). We conducted field experiments to identify the most effective measures to improve N efficiency in field vegetable production. These measures were used to develop integrated N management strategies in field vegetable production. Based on the weak point analysis given above, various crop rotations, different methods of crop residue management and different systems of predicting N fertilizer demand were compared.

2 Material and methods

The field experiments were conducted in the years 2004 – 2006 at the agricultural experimental station of the LUFA Speyer, located in the Rhine valley near Speyer, southern Germany (49°21' N; 8°25' E, 99 m above sea level). Mean annual air temperature is 10°C and mean annual precipitation 600 mm. The soil is a loamy sand from a Gleyic Cambisol with a field capacity of 10%. Four crop rotations, three methods of crop residue management and three methods of predicting N fertilizer demand were compared (Table 1). Susceptibility to nitrate leaching is highest in rotation 1 (vegetable monocropping with two vegetable crops per year, cauliflower in 2004, lettuce in 2005, blanched celery in 2006) and reduced in rotations 2 (cultivation of one vegetable crop per year followed by the deep rooting summer cover crop sorghum, grown until november), 3 (cultivation of one vegetable crop per year followed by the deep rooting winter cover crops barley or rye, grown until may) and 4 (cultivation of one vegetable crop per year followed by the deep rooting cereals winter wheat or barley, grown until maturity in july). Regarding crop residue management, a reduced susceptibility to nitrate leaching was expected in treatment II.3, in which all crop residues were removed from the field. N fertilizers were applied according to (1) “farmers practice” (application of fixed N rates based on long-term experiences of farmers), (2) the N-Expert system (application of variable N rates taking into account the soil mineral N supply according to soil tests and the estimated mineralization of crop residues; Feller et al., 2007) and (3) SPAD chlorophyllmeter measurements (N top dressing not before the leaf color drops below 95% of that of highly fertilized control plants grown in a “fertilizer window”). Marketable yield, N uptake and nitrate concentration in seepage water (installation of suction tubes in 105 cm soil depth, sampling of suction water in 2 weeks intervals) were measured and N balances (N import with fertilizers *minus* N export with the marketable produce) and nitrate leaching (based on nitrate concentrations in the suction cup water and seepage water according to climatic water balances) were calculated.

Table 1: Experimental treatments

I Crop rotation

1. Vegetable monocropping (vegetable / vegetable)
2. Vegetable followed by a summer cover crop (vegetable / summer cover crop)
3. Vegetable followed by a winter cover crop (vegetable / winter cover crop)
4. Vegetable followed by a cereal crop

II Management of crop residues

1. Incorporation immediately after harvest
2. Delayed incorporation after harvest
3. Export from the field to be used in a biogas plant

IV Estimation of N fertilizer demand

1. Farmers practice
 2. N-Expert
 3. Plant diagnosis (SPAD chlorophyll meter measurements)
-

3 Results and discussion

3.1 N APPLICATION RATES AS INFLUENCED BY THE PREDICTION OF N FERTILIZER DEMAND

Table 2 shows that the prediction of N fertilizer demand highly influenced N fertilizer rates. Compared with the application of fixed N rates according to farmers practice, application of variable N rates taking into account the soil mineral N supply according to soil tests (N-Expert) reduced N fertilization considerably, with N rates ranging between 60% and 74% of those applied according to farmers practice. A further reduction of the amount of N application could be achieved by the use of the SPAD chlorophyllmeter.

Table 2: Nitrogen fertilizer amount [$\text{kg ha}^{-1} \text{ N}$] of each vegetable crop (average of planted) according to method of fertilizer estimation

Crop	Farmers practice	N-Expert	SPAD
Cauliflower	338	203	167
Blanched celery	300	222	184
Lettuce	166	106	97

Regardless of huge differences in N fertilizer application, marketable fresh matter yield of vegetables (means of 3 years, 3 species and 1 – 2 crops per season) was hardly affected by the method of N fertilizer recommendation (Figure 1). Compared with vegetable mono-cropping, growing of summer or winter cover crops increased marketable yield. This might indicate soil structure problems, arising with long-term vegetable monocropping. Likewise, long-term export of crop residues without any compensatory supply of organic material seems to cause yield losses, due to negative effects on the soil humus content.

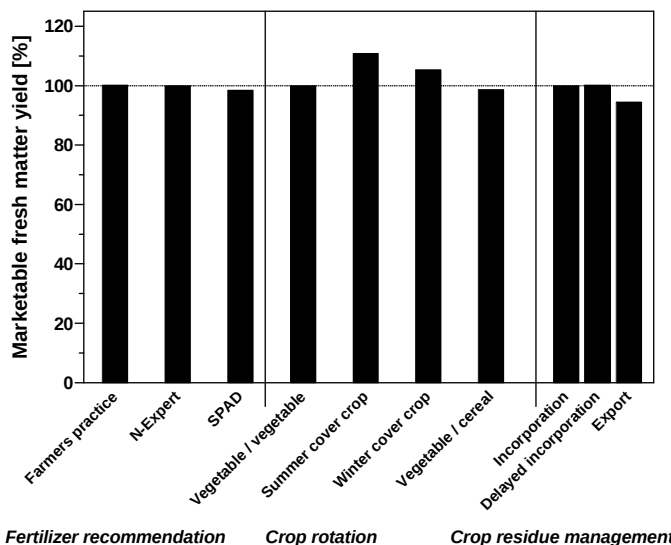


Figure 1: Marketable vegetable fresh matter yield (means of 3 years, 3 species and 1 – 2 crops per season) as influenced by the method of estimating N fertilizer demand, crop rotation and crop residues management. All data in relative numbers: Fertilizer recommendation “N-Expert” = 100%; Vegetable / vegetable crop rotation = 100%; Incorporation of crop residues = 100%.

These results clearly indicate the potential to reduce N fertilizer rates while maintaining both high yields and the required quality standards of vegetables. In addition to soil tests, the use of the crop as an indicator of site-specific soil N supply seems promising, particularly under conditions where the mineralization of high amounts of N in crop residues or cover crops contribute above average to N uptake of the crop.

3.2 PRECIPITATION AND WATER LOSS BY SEEPAGE

Figure 2 shows precipitation plus the amount of water applied through sprinkler irrigation compared with water loss by seepage in the three consecutive experimental years in the vegetable monocropping rotation. In each year, precipitation plus irrigation was highest between spring and early autumn. In clear contrast to many agricultural production systems, water loss was not restricted to the autumn / winter months, but was also notably high during summer. Summarized over the whole period, 29% of water input got lost by seepage. Water loss by seepage could be reduced to 21% of water input in the rotation with a summer cover crop and to 22% in the vegetable / cereals rotation, but only to 27% in the vegetable / winter cover crop rotation (results not shown).

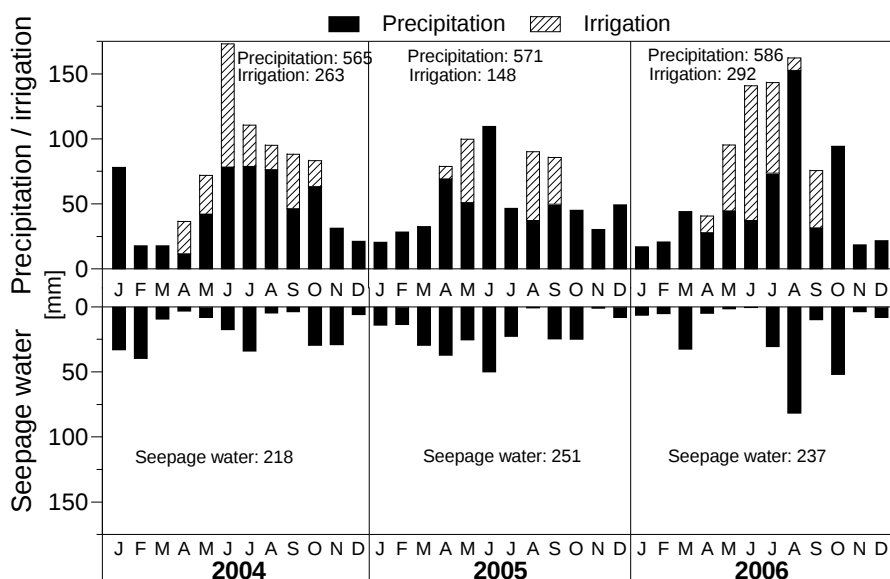


Figure 2: Monthly values of precipitation, sprinkler irrigation and water loss by seepage in 105 cm soil depth in the vegetable monocropping rotation. Numbers given in the figure indicate the yearly sums of precipitation, irrigation and seepage water in mm.

3.3 NITRATE-N LEACHING

Nitrate-N leaching in the years 2005 and 2006 (installation of suction cups after the first vegetable rotation in autumn 2004) clearly reflected the different amounts of N applied in the various N fertilization treatments. N fertilization according farmers practice resulted in extremely high leaching losses of 460 and 350 kg ha⁻¹ N in the years 2005 and 2006, respectively. Losses could be reduced by more than 50% when N fertilizer application was based on soil tests. Similar results were obtained by the use of the SPAD chlorophyllmeter (not shown). A further significant reduction in nitrate-N leaching could be achieved when the accurate prediction of fertilizer N demand (N-Expert) was combined with an environmentally

friendly crop rotation, such as the vegetable /summer cover crop rotation (Figure 5). Export of N-rich crop residues resulted in an additional reduction of leaching (not shown).

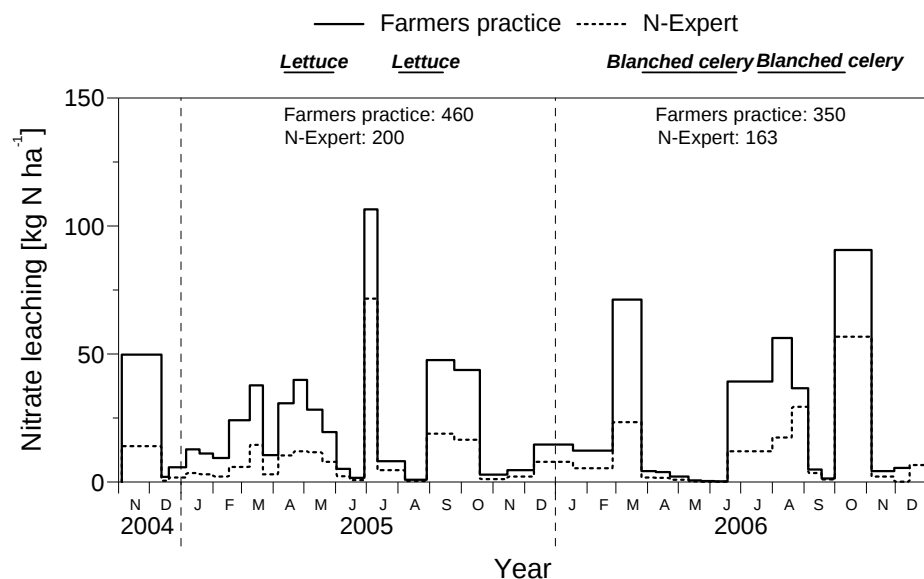


Figure 4: Nitrate-N leaching in 105 cm soil depth in the vegetable monocropping rotation as affected by the method of estimation N fertilizer demand. Numbers given in the figure indicate the yearly sums of nitrate-N leaching.

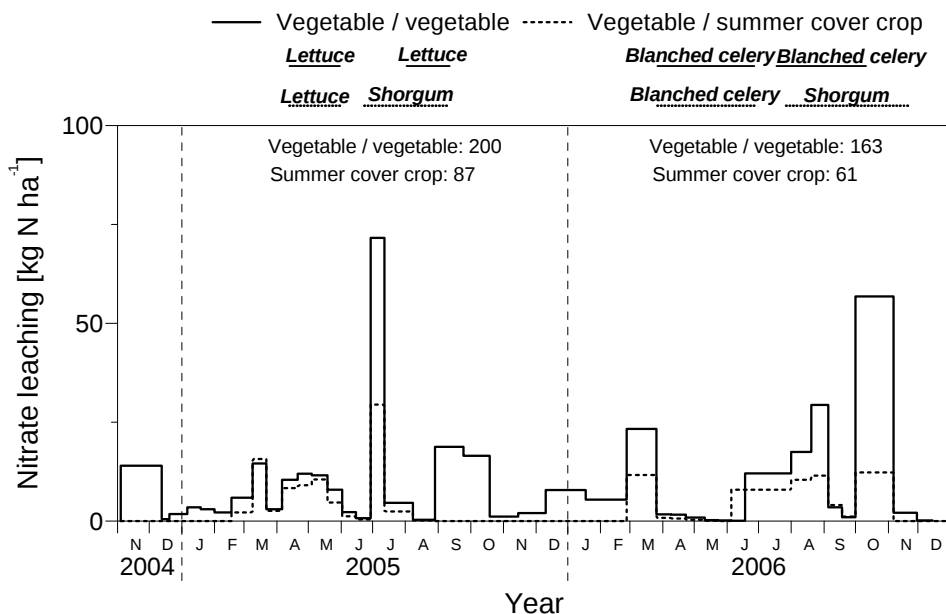


Figure 5: Nitrate-N leaching in 105 cm soil depth in treatment with N application according to N-Expert as affected by crop rotation (vegetable / vegetable compared with vegetable /summer cover crop). Numbers given in the figure indicate the yearly sums of nitrate-N leaching.

Conclusions

Conclusions may be drawn from Table 3, summarizing the most effective measures / measure combinations to reduce N balance surpluses and nitrate leaching in vegetable production. The table shows that accurate prediction of N fertilizer demand by soil or plant tests is a prerequisite to grow vegetables environmentally friendly. Nevertheless, yearly N leaching losses of $> 180 \text{ kg ha}^{-1}$ in the treatments N-Expert and SPAD are still too high from the environmental point of view. When N fertilization according N-Expert is combined with the inclusion of cover crops in the rotation, N balance surpluses and N leaching losses can be further reduced. This effect is even more pronounced when N fertilization demand is estimated on the basis of chlorophyllmeter measurements, indicating that this method has particular advantages under conditions of high mineralization rates, e.g. from crop residues or cover crops. Finally, export of crop residues after harvest may result in very low N surpluses or even negative N balances. However, this measure should be adopted with caution, particularly due to the fact that export of crop residues also affects soil humus content negatively. Results presented in Table 3 indicate effective measures to improve nitrogen efficiency in agriculture and may be used as a basis to develop integrated N management strategies in vegetable production.

Table 3: Nitrogen balance and nitrate-N leaching as influenced by the method of predicting N fertilizer demand, crop rotation and crop residue management (means over experimental years; n.d. = not determined).

Fertilization	Crop rotation	Crop residues	N balance [kg N ha ⁻¹ a ⁻¹]	N leaching
Farmers practice	Vegetable / vegetable	incorporation	347	421
N-Expert	Vegetable / vegetable	incorporation	132	185
SPAD	Vegetable / vegetable	incorporation	118	182
N-Expert	Summer cover crop	incorporation	92	74
N-Expert	Winter cover crop	incorporation	87	88
N-Expert	Vegetable / cereal	incorporation	116	108
SPAD	Summer cover crop	incorporation	66	n.d.
SPAD	Winter cover crop	incorporation	60	n.d.
SPAD	Vegetable / cereal	incorporation	93	n.d.
N-Expert	Vegetable / vegetable	export	20	133
N-Expert	Summer cover crop	export	-35	n.d.
N-Expert	Winter cover crop	export	-52	n.d.
N-Expert	Vegetable / cereal	export	9	n.d.

5 Literature

- Armbruster, M., Laun, N., Wiesler, F. 2008. Stickstoffbilanzen und Nitratauswaschung bei unterschiedlichem N-Management im Gemüsebau VDLUFA-Schriftenreihe Bd. 63/2008: 103 - 114
- Byrnes, B. H., Bumb, G. L. 1998. Population growth, food production and nutrient requirements. *Journal of Crop Production* 1: 1-27
- Feller, C., Fink, M., Laber, H., Maync, A., Paschold, P. J., Scharpf, H., C., Schlaghecken, J., Strohmeyer, K., Weier, U., Ziegler, J. 2007. Düngung im Freilandgemüsebau. Gartenbauliche Berichte des IGZ Großbeeren/Erfurt e.V., Heft 4
- Wiesler, F. 1998. Comparative assessment of the efficacy of various N fertilizers. *Journal of Crop Production*, 1: 81-114
- Wiesler, F., Behrens, T., Horst, W. J. 2001. The role of nitrogen-efficient cultivars in sustainable agriculture. *The Scientific World*, 1: 61-69

Reduced Soil Tillage – Croatian Experience

Ivica KISIĆ⁵

Abstract

To determine the optimal ploughing depth and to make tillage simpler and less costly, taking into account edaphic and climatic conditions as well as biological and agrotechnical requirements of crops grown, long-term investigations (1994-2008) have been carried out on Stagnic Luvisol of sloping terrains in central Croatia near Daruvar. This paper presents the results relating to yields of maize (*Zea mays* L.), soybean (*Glycine max* L.), oilseed rape (*Brassica napus* L.), winter wheat (*Triticum aestivum* L.) and spring barley (*Hordeum vulgare* L.). Investigation results point to the conclusion that high density crops (winter wheat, spring barley and oilseed rape) are suitable for growing under reduced tillage systems. Yields of low density spring crops (maize and soybean) obtained under the no-tillage system are not satisfactory, especially in climatically extreme years. With respect to the trend of applying reduced tillage treatments in our agriculture, and considering the complexity of this problem, for application of a new soil tillage technology, further detailed, long-term and complex multidisciplinary research work is necessary and it should include researchers from all fields related to these problems.

Key words: tillage, reduced tillage, crops, yield, Croatia

Reducirana obdelava – izkušnje na Hrvaškem

Izvleček

S ciljem, da bi ugotovili optimalno globino oranja in dosegli, da bi bila obdelava bolj enostavna in cenejša, z upoštevanjem edafskih in klimatskih razmer kot tudi bioloških in agrotehničnih zahtev posevkov, so bili postavljeni dolgotrajni poljski poskusi (1994-2008) na nagnjenem terenu (Stagnic Luvisol) v osrednji Hrvaški blizu Daruvarja. V prispevku so predstavljeni rezultati, ki se nanašajo na pridelke koruze (*Zea mays* L.), soje (*Glycine max* L.), oljne ogrščice (*Brassica napus* L.), ozimne pšenice (*Triticum aestivum* L.) in jarega ječmena (*Hordeum vulgare* L.). Rezultati raziskave nakazujejo, da so za reducirano obdelavo primerni posevki, ki jih sejemo na manjše medvrstne razdalje (ozimna pšenica, jari ječmen, oljna ogrščica), medtem ko pridelki posevkov, ki jih sejemo na večje medvrstne razdalje (korusa in soja), pri direktni setvi niso zadovoljivi, še zlasti v klimatsko ekstremnih letih. Glede na to, da gre v praksi trend v smeri aplikacije reducirane obdelave, in glede na kompleksnost problema, saj gre za vpeljavo novih tehnologij, so potrebne nadaljnje natančne in dolgotrajne multidisciplinarne raziskave na tem področju, ki bodo vključevale raziskovalce z vseh sorodnih področij.

Ključne besede: obdelava, reducirana obdelava, posevki, pridelek, Hrvaška

1 Introduction

Intensive production of field crops practiced until recently to achieve high yields require intensive tillage and application of other high-technology inputs. This concept, however, implies a number of problems, among which relations between product quality and quantity are in the foreground, along with increasingly important ecological sustainability in crop production. Above all, farmers consider production in terms of the cost effectiveness of the applied system.

The traditional, conventional soil tillage, with all its advantages for the crops grown, has also some adverse sides, mainly in the domain of the physical, chemical and biological complex of

⁵ Prof. Dr. Sc., Faculty of Agriculture, Zagreb, Croatia, tel: ++385 1 23 93 959, fax: ++385 1 23 93 981, e-mail: ikisic@agr.hr

soil fertility, which intensify soil degradation (Bašić et al., 2004) and environmental pollution (Kisić et al., 2005). Possible solutions to these problems lie in the domain of soil tillage, that is, in the concept of reduced tillage, which encompasses the so-called conservation, minimal, rational or no-till systems (Baker et al., 2006). These systems can be defined as tilling practices with reduced number of treatments by a certain percent (Birkas et al., 2008). Different concepts of reduced tillage have appeared to solve problems of soil erosion induced by water and wind, storage of water in arid regions, to prevent underground water pollution and to reduce climate change impacts, mainly (Birkas et al., 2008), and also to reduce energy consumption, primarily of crude oil and its derivatives.

Current area under reduced tillage is not negligible. There are cca 60 million hectares under no-tillage system in the world; 35% of them in the USA, 22% in Brazil, 15% in Argentina, 14% in Australia. Regarding the application of no-tillage technology, in both Americas there are 96% of area, while in the rest of the world there are for only 4% of them (Baker et al., 2006). In European countries, reduced tillage has not been accepted to the extent that could be realistically expected according to agroecological conditions. This is partly due to the economic ability of particular countries to adopt new scientific findings and new technological achievements, and partly to different approaches to the concept of soil tillage as well as to encumbrance of tradition.

2 Material and methods

The field experiment was conducted near Daruvar in central Croatia and on Stagnic Luvisol (FAO, 2006). Mechanical operations, tillage direction (with respect to slope), and the row orientation or planting direction for the five treatments are described in Table 1. The crops grown on each experimental plot followed a typical rotation: maize (1995, 2000 and 2008), soybean (1996, 2001 and 2005), winter wheat (1996/97, 2001/02 and 2005/06), oilseed rape (1997/98, 2002/03 and 2006/07), and double crop – spring barley with soybean (1999 and 2004).

Table 1: Tillage and crop treatments during a 14-year study in Central Croatia (experimental field in Daruvar: N 45°33'937', E 17°02'056')

Description	Tillage direction	Planting direction
✓ Ploughed 30 cm; disked and harrowed (PUDS)	Up and down	Up and down
✓ No-tillage, seed drilled into mulch 2-3 weeks after applying total herbicides (NT)	Up and down	Up and down
✓ Ploughed 30 cm, disked and harrowed (PAS)	Across the slope	Across the slope
✓ Ploughed 60 cm deep, disked and harrowed (VDPAS)	Across the slope	Across the slope
✓ Subsoiled 60 cm deep with tines spaced 70 cm apart, ploughed 30 cm deep, disked and harrowed (SSPAS)	Across the slope	Across the slope

Starting from the set research objective, namely determining the optimal tillage system, we will discuss how tillage, depending on the climatic situation, affected the yields of test crops. Statistical processing of results was done by the analysis of variance and the t-test. Soil physical and chemical characteristics were measured on four replicates and the data are reported as mean values plus/minus standard deviation.

3 Results and discussion

Stagnic Luvisol is a soil type has unfavourable physical (unstable structure, unfavourable ratio of texture classes – preponderance of silt particles) as well as unfavourable chemical

characteristics (low organic matter content, unfavourable soil reaction). Table 2 presents the average values of major physical and chemical characteristics of the soil studied.

Table 2: Physical and chemical characteristics of Stagnic Luvisols* evaluated on the experimental field (experimental plot in Daruvar)

Soil horizon	Horizon depth, cm	Particle size distribution (g kg ⁻¹) ^a				Texture
		Coarse sand (2-0.2 µm)	Fine sand (0.2-0.02µm)	Silt (0.02-0.002µm)	Clay (< 0.002µm)	
Ap + Eg ^b	0 – 24	18 ^c ± 4.7	586 ± 37	242 ± 35	154 ± 25	Sandy loam
Eg + Btg	24 – 35	21 ± 5.5	571 ± 59	260 ± 54	148 ± 44	Sandy loam
Btg	35 – 95	5 ± 2.3	545 ± 69	254 ± 32	196 ± 40	Sandy loam
Average value of soil bulk density (ρ _b) ^d after ten years of investigation, Mg m ⁻³						
Ploughed to 25 cm, up/down	No tillage	Ploughed to 25 cm, across	Ploughed to 60 cm, across	Ploughed to 60 cm, across	Subsoiled to 60 cm, across	
1.59 ± 0.10	1.84 ± 0.15	1.62 ± 0.10	1.60 ± 0.13	1.51 ± 0.10		
	pH in KCl	Organic matter (g kg ⁻¹)	Available P (kg ha ⁻¹)	Available K (kg ha ⁻¹)		
Ap + Eg	0 – 24	4.21 ^c ± 0.15	16 ± 3.3	172 ± 18	308 ± 6	
Eg + Btg	24 – 35	4.20 ± 0.18	14 ± 4.2	65 ± 4	123 ± 8	
Btg	35 – 95	4.81 ± 0.23	6 ± 3.8	244 ± 24	502 ± 12	

*Data from beginning of investigation from 1994 year; ^aAverage of all treatments; ^baccording to FAO (1990);

^cdata expressed as an average of four replications ± standard deviation; ^daverage of 20 measurements

The long-term average precipitation in the region is 889 mm, while the mean annual temperature is 10.7 °C (Table 3). For lack of space, climatic conditions prevailing over the investigation period are not shown; however, the 14-year investigations point to the conclusion that the precipitation type has been increasingly changed. Short intensive precipitations are more frequent at the end of spring and during summer, occurring in one or two afternoons. Precipitations of such intensity almost reach the long-term monthly average. Compared to the average, no changes in precipitation have occurred, but precipitation intensity has changed. Such intensive precipitation is commonly accompanied by hail or strong winds as an additional problem.

Table 3: Major indicators of climatic conditions: 45-year average (Daruvar, 1960-2004)

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Year
45-year average	Average monthly precipitation (mm)												
	55	47	58	73	88	97	85	82	88	70	83	63	889
	Average monthly temperature (°C)												
	-0.4	1.9	6.3	10.9	15.5	18.9	20.6	19.9	15.9	10.9	5.7	1.6	10.7

Yields of the crops grown are shown in Table 4 and Figures 1-5. Maize was grown on the trial field in the first investigation year (1995) and then again in 2000. PUDS was found to be best suited to the conditions of the first year, which was climatically very favourable for the production of low density spring crops. This treatment gave a significantly higher yield compared to other treatments while the significantly lowest maize grain yield was achieved by NT treatment. Significantly lower yield was again recorded under NT in 2000 when maize was sown again on the trial field whereas it was significantly higher in all treatments involving across-the-slope tillage compared to PUDS and NT. The only reason for higher

yields in treatments involving across-the-slope tillage compared to PUDS and NT are the climatic conditions during the year 2000. Draught started in the first decade of May of that year and continued until November. All the months in that period were characterized by expressly negative water balance. Draught had higher impact in PUDS and NT treatments than in treatments involving tillage across the slope. Obviously, across-the-slope tillage enabled better storage of water from the preceding winter period.

Table 4: Grain yield ($t\ ha^{-1}$) of trial crops according to tillage treatments (experimental field in Daruvar)

Tillage treatments Crops	Ploughed to 30 cm, up/down	No tillage	Ploughed to 30 cm, across the slope	Ploughed to 60 cm, across the slope	Subsoiled to 60 cm, across the slope
Maize, 1995	8.63	3.47**	6.57**	6.73**	7.24**
Maize, 2000	7.02	3.28**	7.82**	7.97**	7.48*
Winter wheat, 1997	4.41	2.97**	4.57	4.09	5.14**
Winter wheat, 2002	5.95	4.35**	5.61	5.55	5.45
Winter wheat, 2006	5.58	5.84	5.79	6.02	5.89
Soybean, 1996	1.98	1.45*	2.13	2.09	1.92
Soybean, 1999	1.11	0.42**	1.07	1.22	0.88
Soybean, 2001	3.05	2.00**	2.88	2.92	3.34
Soybean, 2004	1.15	0.51**	1.13	1.18	0.89
Soybean, 2005	3.34	2.12**	3.41	3.59	3.13
Oilseed rape, 1998	2.48	2.29	2.23	2.18	2.08
Oilseed rape, 2003	2.33	2.02	2.44	1.94	1.87
Oilseed rape, 2007	1.51	1.45	1.48	1.39	1.39
Spring barley, 1999	2.34	1.46**	1.87*	1.84*	2.10
Spring barley, 2004	2.15	1.54**	1.91	1.87	2.14

Soybean was another low density spring crop included in these investigations. It was sown as a single crop in 1996, 2001 and 2005, and in consociation with spring barley in 1999 and 2004 (Table 4 and Figure 2). The decisive influence on the soybean seed yield in the first investigation year was that of the climatic conditions. Less than 50% of long-term average precipitation fell in June of 1996, but at the same time that month's temperature was at the level of the long-term average for July. For these reasons, soybean lacked sufficient moisture for normal development already at the start of growth, which was specially reflected in the establishment of plant density under NT. Although July precipitation was in the average range, this was not enough to compensate the deficit from June. August, again, had less than 50% of long-term precipitation average and thus the draught continued. Accordingly, draught lasted from June to August of that year. Climatic conditions were quite opposite in September. Three times more precipitation fell in September compared to the long-term average. October, however, had only a fifth of average precipitation. The described climatic conditions indicate that the year 1996 was expressly unfavourable for the production of spring crops. Under such climatic conditions, weed management is very difficult in treatments with reduced tillage, and especially with NT. Low soybean yields were obtained that year in all treatments as a consequence of adverse climatic conditions, notably in the first part of the year (draught) and towards the end of the growing period (extreme rainfall). Regarding yields, PAS and VDPAS treatments gave the best results. Approximately equal soybean yields were achieved with PUDS and SSPAS and the lowest under NT. Lower yield (at 1% significance level) was obtained in the latter treatment compared to all the other treatments. When soybean was sown again on the trial field (2001), SSPAS rendered the best results while VDPAS was found to be

the best practice in 2005. In both years (1999 and 2004) when soybean was sown together with spring barley, VDPAS was found to be the best practice. Significantly lower soybean yield was obtained under NT compared to other treatments whereas there were no significant differences between other treatments. Identical situation was recorded also in 1999 and 2004 when soybean was sown in consociation with spring barley. Significantly lower soybean yield was obtained in both investigated years under NT compared to other treatments. Somewhat better results of soybean production under reduced tillage practices were achieved in the investigations of Husnjak et al. (2002) and Košutić et al. (2005 and 2006).

Winter wheat was grown on the trial field in 1997, 2002 and 2006 (Table 4 and Figure 3). Although significantly lower yield of winter wheat was obtained under NT in 1997 and 2002, differences between yields were not significant when winter wheat was sown again in crop rotation (2006). Indeed, the 2006 yield under NT was slightly higher compared to some other treatments. Similar situation was recorded for spring barley (Table 4 and Figure 5), which was sown in 1999 and 2004 in consociation with soybean. Significantly lower yield was obtained under NT compared to other treatments.

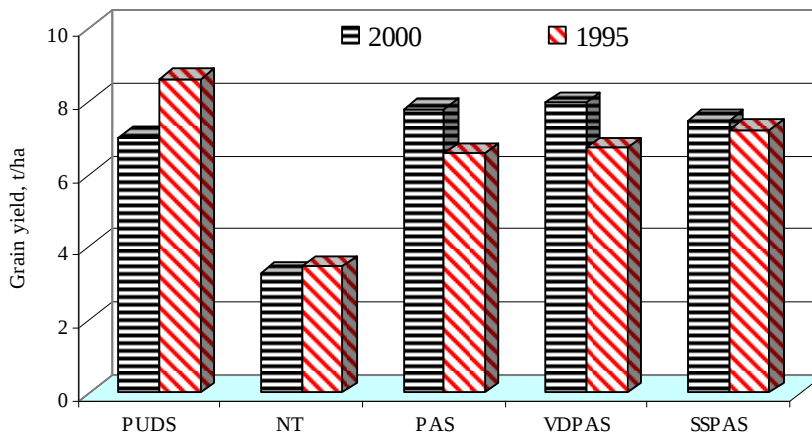


Figure 1: Grain yield of maize (years 1995 and 2000)

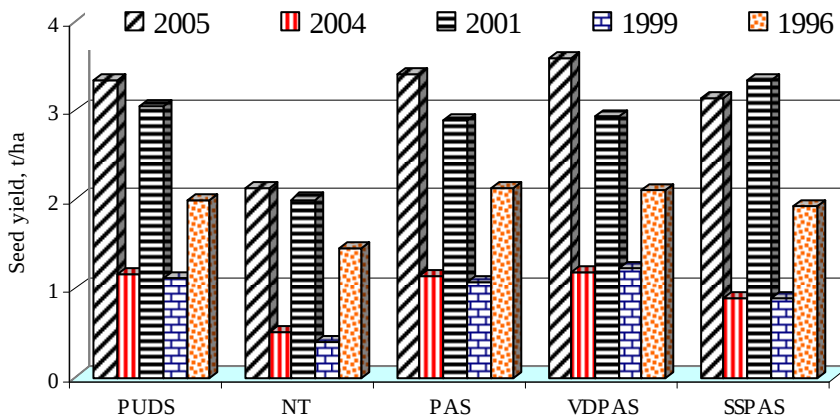


Figure 2: Seed yield (years 1996; 1999; 2001; 2004 and 2005)

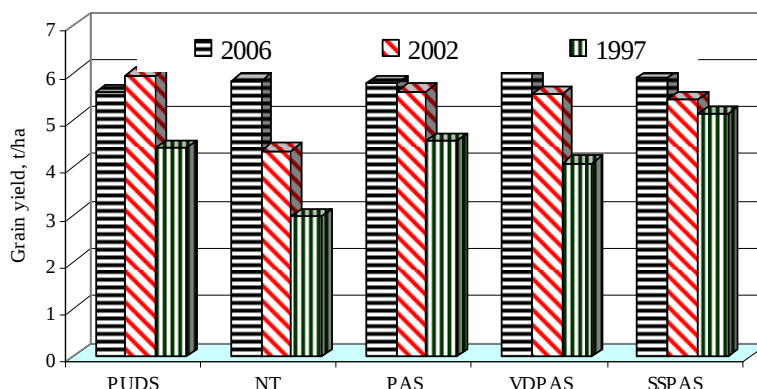


Figure 3: Grain yield – winter wheat (years 1997, 2002 and 2006)

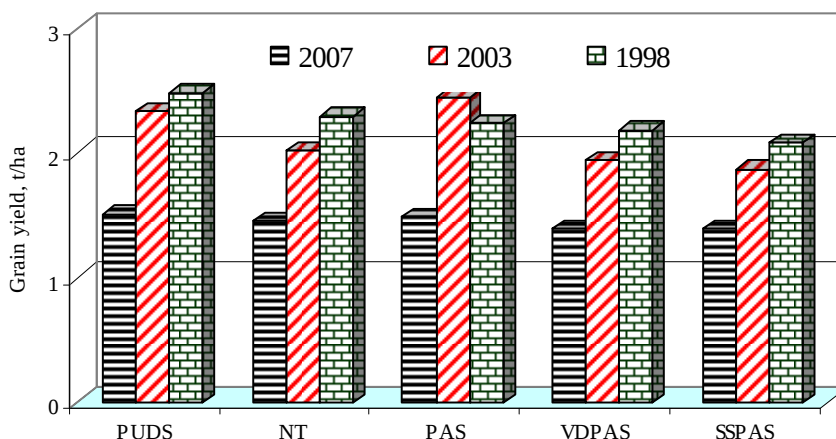


Figure 4: Grain yield – oilseed rape (years 1998; 2003 and 2007)

In these 14-year investigations, oilseed rape was found to be the most rewarding crop with respect to reduction of the number of tillage practices (Table 4 and Figure 4). Yields of oilseed rape achieved under NT in the three investigation years were in the range of yields obtained in other treatments. For this reason, no significant differences in yields were determined among individual treatments.

These investigations allow the conclusion that high density crops: winter wheat, spring barley and oilseed rape are relatively suitable crops for growing under reduced tillage systems. Yields achieved in the production of low density crops under NT are not satisfactory, particularly in climatically extreme years. In too dry years, spring crops deteriorate due to increased soil compaction and higher incidence of pests (rodents) and the problem of higher incidence of diseases occurs in excessively wet years. But, differences were also observed between spring crops. Soybean tolerates reduction of tillage practices in climatically favourable years, but with higher risk of applying reduced tillage systems in dry years (Husnjak et al., 2002; Jug et al., 2006; Košutić et al., 2006). Maize was shown to be a very risky crop with a very bad response to reduction of conventional tillage, even in climatically

‘good’ years. Maize intolerance to reduction of tillage practices has been reported by: Kisić et al. (2002), Košutić et al. (2005) and Jug et al. (2007).

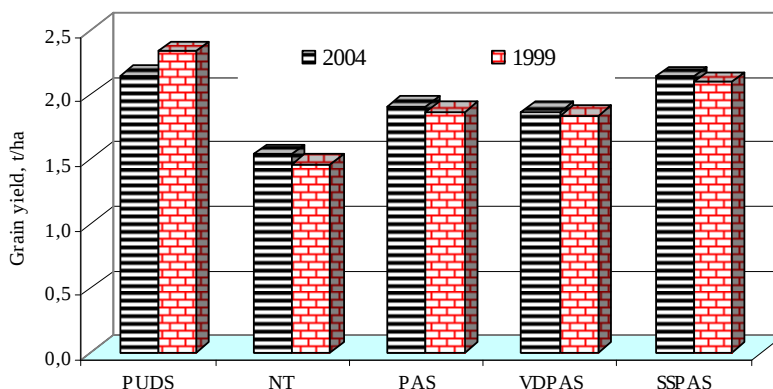


Figure 5: Grain yield – spring barley (1994 and 2004)

Efficiency of the studied tillage systems has been evaluated in this paper on the basis of the yields achieved, which is only one of the ways of showing the efficiency and cost effectiveness of tillage systems applied. Košutić et al. (2005) report that fuel savings in different reduced tillage systems are from 10 to as much as 75 L/ha of diesel equivalent. Sørensen and Nielsen (2005) report that in the case of reduced tillage the energy input was reduced by 18-53% compared to conventional soil tillage, depending on the methods and techniques applied. Direct drilling reduced the energy input by 75-83% and labour demand and CO₂ emissions would be reduced by approximately the same percentage. The same authors report that reduced tillage with NT led to 25-41% reductions in the cost per hectare compared to traditional methods. When all parameters are taken into consideration, the presented results and experiences by now allow the conclusion that there are objective prospects of applying NT or some other form of reduced tillage in primary plant production.

According to the foregoing, cost effectiveness of particular tillage systems would be somewhat different if cost effectiveness of particular tillage systems should include the reduction of tillage cost ensuing from the application of reduced tillage systems. More precisely, production costs in the NT treatment were appreciably more reduced compared to the recorded yield decrease, thereby making NT more cost effective. This holds for the production of high density winter and spring crops, especially.

Reduced tillage is not a unilateral and unambiguous concept; it is a conceptually very complex system requiring a complex of approaches to consider of all its determinants. Thus, reduced tillage should not be evaluated solely in terms of achieved yields, but also from the ecological, energetic, organizational, economic, social and other aspects. Philbrook et al. (1991) maintain that crop production under conservation tillage is likely to be further developed, primarily for economic reasons (cheaper production) and also because of ever stricter environmental protection measures.

4 Conclusions

These 14-year investigations allow the conclusion that high density crops: winter wheat, spring barley and oilseed rape are relatively suitable crops to be grown in reduced tillage systems, considering the reduction in production costs. Yields achieved in the production of

low density spring crops (maize and soybean) under NT were not satisfactory, especially in climatically extreme years. However, considering lower yields, on the one side, and energy saved for tillage, reduced labour and emission of gases, on the other side, this system should be paid more attention in the future research work.

For these reasons and because of the actuality of applying NT and other reduced tillage methods, diversity of agroecological conditions (soil and climate) in Croatia, particularly in regions with expressive field production (Slavonija, Podravina, Moslavina and Baranja), and recognizing the complexity of the problems involved, that is, application of a new tilling technology, the authors think that further detailed, long-term and complex research work is absolutely necessary. Long-term investigations should provide answers concerning the real potential of NT and the other reduced tillage systems in our country – on which soil types, in which climatic conditions, with which variants of simplified tillage, by which technical means, in which time period and at which intervals of application.

Which of the tillage systems will prevail in crop production will most probably depend on fuel prices, primarily on the prices of crude oil and its derivatives, thus pushing into the background all the other aspects of different soil tillage methods.

5 Literature

- Bašić, F., Kisić, I., Mesić, M., Nestroy, O., Butorac, A. 2004. Tillage and crop management effects on soil erosion in Central Croatia. *Soil & tillage research*, 78: 197-206
- Birkás, M., Kisić, I., Stipešević, B., Javurek, M., Vach, M. 2008. Climate Change – a Subsequent Challenge to Abandon the Conventional Tillage Ideas in Central Europe. *Proceedings of 5th International Soil Conference: Soil Tillage – New Perspectives*, Brno, Czech Republic, 283-292
- Birkás, M., Jolankai, M., Kisić, I., Stipešević, B. (2008). *Soil Tillage Needs a Radical Change for Sustainability. Agriculturae Conspectus Scientificus*, Zagreb, 73.3
- Baker, de C.J., Saxton, E., Ritchie, W.R. 2006. *No-tillage Seeding in Conservation Agriculture*. CABI Publishing, p. 352
- FAO, 2006. *Guidelines for Soil Profile Description*. Rome, Italy
- Husnjak, S., Filipović, D., Košutić, S. 2002. Influence of different tillage systems on soil physical properties and crop yield. *Rostlinna Vyroba*, 48: 249-254
- IUSS Working Group WRB. *World reference base for soil resources. World Soil Resources Reports No., 103*, FAO, Rome (2006)
- Jug, D., Stipešević, B., Jug, I., Šamota, D., Vukadinović, V. 2007. Influence of different soil tillage systems on yield of maize. *Cereal Research Communication*, 35: 557-560
- Jug, D., Stipešević, B., Žugec, I. 2006. Effect of conventional and reduce tillage systems in winter wheat - soybean crop rotation on crops biomass development. *Cereal research communications*, 34: 1137-1143
- Kisić, I., Bašić, F., Butorac, A., Mesić, M., Nestroy, O., Sabolić, M. 2005. *Priručnik: Erozija tla vodom pri različitim načinima obrade. Sveučilišni priručnik, Agronomski fakultet*
- Kisić, I., Bašić, F., Mesić, M., Butorac, A., Sabolić, M. 2002. Utjecaj različitih načina obrade na prinos zrna kukuruza na pseudogleju središnje Hrvatske. *Poljoprivredna znanstvena smotra*, 67: 81-89
- Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Zimmer, R., Kovačev, I. 2006. Usporedba različitih sustava obrade tla u proizvodnji soje i ozime pšenice u Slavoniji. *Agronomski glasnik* 5: 381-392
- Košutić, S., Filipović, D., Gospodarić, Z., Husnjak, S., Kovačev, I., Čopeć, K. 2005. Impact of Different Soil Tillage Systems on Maize, Winter Wheat and Soybean Production on Albic Luvisol in North-West Slavonia. *Journal of Central European Agriculture*, 6: 241-248
- Philbrook, B.D., Oplinger, E.S., Freed, B.E. 1991. Solid-seeded soybean cultivar response in three tillage systems. *Journal of Production Agriculture. American Society of Agronomy*, 86-91

Vpliv direktne setve na pridelek koruze za silažo

Denis STAJNKO¹, Matjaž SAGADIN¹, Filip VUČAJNK², Rajko BERNIK²

Izvleček

Leta 2007 smo v poljskem poskusu, izvedenem v agroekoloških pridelovalnih pogojih obrobja Dravskega polja, proučevali vpliv različnih načinov direktne setve na pridelek koruze za silažo. Seme koruznega hibrida unixx duo je bilo posejano s pnevmatsko sejalnico monosem NX direktno na pokošeno njivo mnogocvetne ljuljke, ki je bila predhodno tretirana na različne načine: z glifosatom (V1), pokošena in tretirana s herbocidom po celi širini parcele (V2), pokošena in tretirana s herbocidom v posejanih pasovih (V3), pokošena in kasneje tretirana s herbocidom v pasovih, medvrstni prostor pa je bil ročno pokošen (V4), konvencionalna obdelava (V5), tretirana tri tedne po setvi s herbocidom (2 l) po celotni parceli (V6). Največji pridelek sveže koruzne mase (45.661 kg/ha) in suhe snovi (20.228 kg/ha) je bil izmerjen v postopku V5, medtem je bil najmanjši pridelek sveže koruzne mase (29.250 kg/ha) in suhe snovi (12.519 kg/ha) ugotovljen pri postopku V6. Različni postopki obdelave tal so hkrati vplivali na zbitost tal, ki je bila na globini 25 cm največja pri postopku V3 (131,71 N/cm²), najmanjša pa pri postopku V1 (94,43 N/cm²).

Ključne besede: direktna setev, konvencionalna obdelava, silažna koruza, suha snov, zbitost tal

The effect of direct seeding on the silage corn yield

Abstract

Different direct seeding methods were compared with the conventional tillage during 2007 in the eastern part of Slovenia. In the factorial experiment the silage corn hybride Unixx Duo was seeded into rye grass meadow which was treated with six tillage methods; glyphosat (V1), mowing + Herbocid on the whole plot (V2), mowing + Herbocid in bands (V3), mowing + Herbocid in bands + mowing after emergence (V4), conventional tillage (V5), Herbocid on the whole plot (V6). The highest fresh corn silage yield (45.661 kg/ha) and dry matter yield (20.228 kg/ha) was measured on the V5, while the lowest yield of fresh silage (29.250 kg/ha) and dry matter (12.519 kg/ha) was produced with the V6 tillage system. Different tillage significantly affected the soil penetration resistance at the 25 cm depth, which reached maximum in V3 (131,71 N/cm²) and minimum in V1 (94,43 N/cm²), respectively.

Key words: direct seeding, conventional tillage, silage corn, dry matter yield, soil penetration resistance

1 Uvod

Priprava tal za setev je poleg spravila energetske najbolj zahtevna delovna operacija. Zaradi naraščajočih stroškov energije so pridelovalci prisiljeni iskati in preizkušati alternativne in bolj ekonomične načine obdelave tal. V mnogih predelih sveta so že prišli do spoznanja, da lahko novejša energetska učinkovitejša metode obdelave tal pomembno prispevajo k povečanju ekonomičnosti pridelave (Bayhan, 2006).

¹Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, Katedra za biosistemsko inženirstvo, Vrbanska 30, 2000 Maribor
e-pošta: denis.stajniko@uni-mb.si

²Univerza v Ljubljani, Biotehniška kmetijstvo, Katedra za kmetijsko strojništvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana
Konvencionalna obdelava tal temelji na intenzivnem obračanju in mešanju rastlinskih ostankov z lemežnimi plugi. Nasprotno pa želimo z alternativnimi metodami obdelave ohraniti naravno strukturo in obdržati rastlinske ostanke na površini tal ter tako ohraniti vlago v tleh in povečati mikrobiološko aktivnost. Najbolj pogosto uporabljamo za konzervirajočo obdelavo tal chiselpluge in rahljalnike (Weise in Baurarach, 1999).

V Jablah pri Ljubljani je na meljasti ilovici ob povprečnih letnih padavinah 1348 mm v obdobju 1999-2002 Tajnšek (2002) proučeval vpliv konzervirajoče obdelave tal v primerjavi s konvencionalno na pridelek in ekonomičnost pridelave v norfolškem kolobarju (koruza-ječmen-grah-pšenica) in dvopolju (ozimna pšenica-koruza). Ugotovil je, da so bili pridelki v konvencionalni pridelavi v štiriletnem kolobarju višji za 8,3 - 40 %, v dvopolju pa za 9,3 % (koruza) in 13 % (ozimna pšenica).

Silažna koruza je v Sloveniji ena najpomembnejših poljščin in je leta 2007 zasedala 26.116 ha njivskih površin (Stat. letopis, 2007). V kolobarju vzhodne Slovenije silažna koruza največkrat sledi mnogocvetni ljujki (*Lolium perenne* L.), ki jo po spomladanski košnji zaorjemo z lemežnim plugom, tla pa pred setvijo obdelamo še z vrtavkasto brano. Zaradi povečanega števila prehodov po njivi pa pri tem načinu tla tlačimo in hkrati porabimo več energije. Tako je v pogojih vzhodne Slavonije Filipović s sod. (2006) pri konvencionalni obdelavi na ilovnato-meljastih tleh izmeril porabo 30.99 l/ha, pri konzervirajoči obdelavi 34,81 l/ha in pri direktni setvi 7,35 l/ha.

Pri uvajanju alternativnih načinov obdelave tal ne moremo mimo vprašanja količine in kakovosti pridelka. Tako je Linden s sod. (2000) v večletnih poskusih primerjal konvencionalno, konzervirajočo in minimalno obdelavo tal na meljasto ilovnatih tleh. Po prvih petih letih med posameznimi postopki ni bilo statistično značilnih razlik, v šestem letu pa se je pridelek pri minimalni obdelavi zmanjšal.

Nasprotno je bilo v mnogih poljskih poskusih dokazano, da setvena priprava tal z lemežnim plugom in chiselplugom povečata pridelek koruznega zrnja v primerjavi z minimalno obdelavo tal (Diaz-Zorita, 2000). Po drugi strani pa Carter s sod. (2002) poroča, da na pridelek koruze obdelava tal nima značilnega vpliva.

Kot poročajo Zimmer in sod. (1997) ter Košutić in sod. (2001), je bil v primeru minimalne obdelave tal v pridelovalnih pogojih vzhodne Slavonije pridelek koruze manjši le za 4 % v primerjavi s konvencionalno obdelavo tal, pri čemer pa se je zmanjšala poraba energije za 82,6 %, obenem pa se je izboljšala mikrobiološka aktivnost tal.

V raziskavi smo želeli proučiti vpliv različnih načinov direktne setve koruze za silažo v pokošeni predposevek mnogocvetne ljujke na količino pridelka. Zaradi vse večje potrebe po ohranjanju vlage v tleh smo iskali zamenjavo za konvencionalni način priprave tal, ki je vključeval različne termine tretiranja s herbicidi in košnjo medvrstnih prostorov. Poleg višine pridelka pa nas je zanimalo tudi morebitno zmanjšanje zbitosti tal, saj je pri direktni setvi 3-4 manj prehodov s traktorjem.

2 Material in metode dela

Setev koruze za silažo (*Zea mays L.*) je bila opravljena 20. 4. 2007 na obrobju Dravskega polja v vasi Sestrže (46°21'N, 15° 38'E) s štirivrstno pnevmatsko sejalnico monosem NX (slika 1), ki omogoča natančno odlaganje semen v direktni ali konvencionalni setvi ob hkratnem odlaganju gnojil. Izbrani koruzni hibrid za silažo unixx duo, ki je rezistenten na herbicid herbocid, je bil posejan v gostoti 100.000 rastlin na hektar (0,7 m x 0,15 m) na globino 6 cm. Dobro odcedna tla poskusne parcele so bila glinasto-ilovnate teksture s 34,28 % gline, 44,36 % melja in 21,36 % peska.

Na polju smo z naključnim izborom odmerili osnovne parcelice (30 m x 2,8 m) bločnega poskusa (6x4). Poskus direktne setve smo izvedli v šestih različnih obravnavanjih:

- V1-posevek ljuljke, uničen en teden pred setvijo z glifosatom (boomefekt 5 l/ha);
- V2-ljuljka, pokošena nekaj dni pred setvijo koruze. Tri tedne po setvi uporabljen herbicid (herbocid 2 l/ha) + terano (1 kg/ha) po celotni površini parcelice;
- V3-ljuljka, pokošena nekaj dni pred setvijo koruze. 3 tedne po setvi uporabljen herbicid (herbocid 2 l/ha) + terano (1 kg/ha) samo v 20 cm pasu rastnega prostora, ljuljka v medvrstnem prostoru pa se nemoteno razvija;
- V4-ljuljka, pokošena nekaj dni pred setvijo koruze. Tri tedne po setvi uporabljen herbicid (herbocid 2 l/ha) + terano (1 kg/ha) samo v pasu rastnega prostora, ljuljka v medvrstnem prostoru se pokosi z vrtno kosilnico;
- V5-klasična setev koruze (lemežni plug, vrtavkasta brana);
- V6-brez predhodne košnje ljuljke. Tri tedne po setvi uporabljen herbicid (herbocid 2 l/ha) + terano (1 kg/ha) po celotni parcelici;



Slika 1: Direktna setev koruze s sejalnico monosem MX

Osnovno gnojenje z NKP je bilo opravljeno takoj ob setvi s 350 kg/ha NPK 15:15:15, 17. 5. 2007 pa je bilo v stadiju treh listov izvedeno še dognojevanje s 300 kg/ha KAN. Vznik koruznih rastlin smo ugotavljali 1. 5. 2007.

Pred siliranjem koruznih rastlin smo na vsaki poskusni parcelici prešteli rastline in na osnovi prej odbranega vzorca ocenili maso koruznih rastlin.

Ko je povprečna vsebnost suhe snovi cele rastline narasla preko 42 %, smo ročno poželi in stehtali rastline s površine 10 m². Hkrati smo s celotne parcelice odbrali 30 vzorčnih rastlin za vrednotenje deleža stebel, listov, storžev, zrnja in oklaska. Natančen odstotek vlage je bil določen v laboratoriju na elektronski tehtnici, potem ko smo vzorce sušili v peči 24 ur pri 105°C.

Za siliranje smo uporabili enoredni silažni kombajn SIP SK-80 z diskastim rezalnikom in 12 noži, ki omogoča natančno rez v dolžini med 4 in 10 mm ter delovno storilnost 40-45 t koruzne mase na uro pri povprečni delovni hitrosti 3,17 km/h (Jejčič, 1999).

Vpliv različnih načinov direktne setve na zbitost tal smo opravili s hidravličnim penetrometrom (slika 2), razvitem na Biotehniški fakulteti (Oddelku za agronomijo, Katedra za kmetijsko strojništvo). Na masivnem okviru so pritrjeni hidravlični sistem, senzorji za meritve ter merilna oprema. Specialno izdelano konico penetrometra, s kotom 30° in površino kontaktno 1,29 cm², potiska in dviguje dvosmerni hidravlični cilinder v skladu s standardom ASAE S313.1 (Chancellor, 1994).



Slika 2: Merjenje zbitosti tal s penetrometrom BF

Meritve smo izvedli po spravi koruze dne 29. 9. 2007, tako da smo na vsaki parceli izmerili šest naključno izbranih točk. Na vsaki merilni točki smo pred začetkom meritve penetrometer

približali zgornji plasti tal. Računalniški program za merjenje se je zagnal v trenutku, ko je konica začela kontinuirano prodirati v tla, in se izklopil na globini 50 cm. Izvirne meritve so obsegale merjenje sile [N] in pomikov [cm] ter se vpisovale vsakokrat v lasten dokument. Ovrednotenje povprečnih vrednosti zbitosti tal [N/cm²] za vsakih 5 cm plasti tal do končne globine 50 cm je bilo izvedeno s programskim paketom LabView 6.0.

Analizo variance dobljenih vrednosti smo izvedli s statističnim programom SPSS 14.0, za primerjavo povprečnih vrednosti pa je bil uporabljen test Duncan's multiple range pri tveganju $p < 0,05$.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 Vznik

V preglednici 1 je prikazan vpliv različnih načinov direktne setve v primerjavi s konvencionalno obdelavo tal na odstotek vznika. Največji odstotek vznika v desetem dnevu po setvi (83 %) pri klasični obdelavi je zelo podoben ugotovitvam Carterja s sod. (2002). Pri tem načinu obdelave tal je hkrati tudi najmanjša variabilnost rezultatov 2,06 %. Sledijo pa mu različna obravnavanja z aplikacijo herbocida (2 l/ha) V3, V4 in V2. Najslabši vznik smo ugotovili pri obravnavanju V1 (63 %), pri katerem smo ljuljko en teden pred setvijo po vsej površini tretirali z glifosatom. Razlog za slabši vznik pripisujemo, (pre)zgodnji uporabi herbicida, ki ni uspel preprečiti ponovnega obraščanja ljuljke, zaradi tega sta bila zavrti normalen vznik in razvoj mladih koruznih rastlin.

Preglednica 1: Vpliv različnih načinov direktne setve na odstotek (%) vznika (Sestrže, 2007)

Način obdelave	Odstotek (%) vznika $\bar{x}$	SD	KV
V1	63,25 ^a	9,53	15,07
V6	65,25 ^a	10,98	16,85
V2	71,75 ^b	4,34	6,06
V4	73,50 ^b	9,88	13,44
V3	75,74 ^b	5,40	7,17
V5	82,75 ^b	1,71	2,06

3.2 Pridelek

Iz grafikona 1 se vidi, da je največji pridelek sveže mase koruze za silažo (45.661 kg/ha) in suhe snovi koruze za silažo (20.228 kg/ha) izmerjen pri konvencionalni obdelavi V5 in se statistično ne razlikuje od pridelka pri V1, kjer smo posevek ljuljke uničili en teden pred setvijo z glifosatom. Koruzne rastline so manjši odstotek vznika v primerjavi s konvencionalno obdelavo očitno odlično kompenzirale, saj se končni pridelek sveže mase (45.304 kg/ha) in suhe snovi (19.752 kg/ha) statistično ne razlikuje od omenjene najboljše

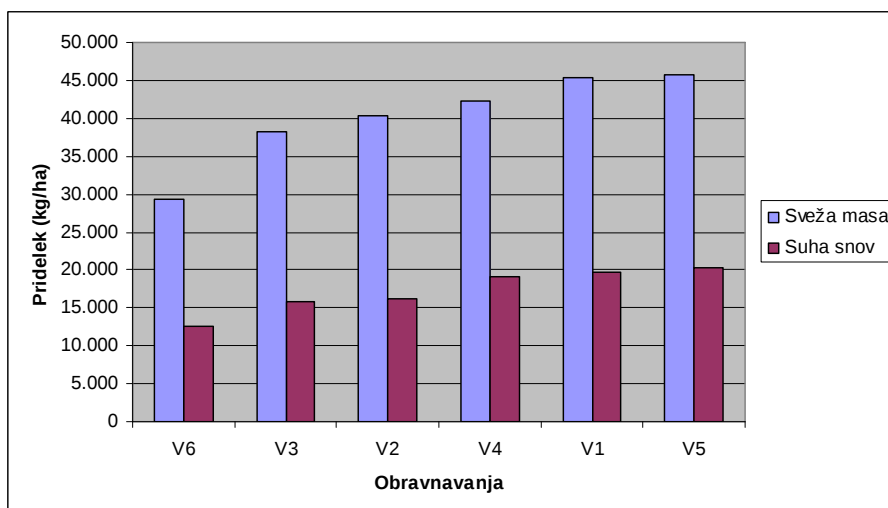
variante. Velik pridelek pripisujemo dobremu zračno vodnemu režimu tal v času celotne rastne dobe, ki ga je ustvarila odmrta plast ljujke. Do podobnega učinka je prišlo tudi pri varianti V4, ki pa zaradi ročne košnje medvrstnih prostorov tri tedne po vzniku ni uporabna za širšo proizvodnjo.

Najmanjši pridelek sveže mase (29.250 kg/ha) in suhe snovi (12.519 kg/ha) smo izmerili na varianti V6, kjer se koruzne rastline zaradi poznega zatiranja ljujke s herbicidom tri tedne po vzniku niso uspele pravočasno razvijati.

Pridelek je manjši od obravnavanja V4 (košnja vmesnih prostorov) in zanimivo, celo od V1, s čimer smo pokazali, da je tretiranje z glifosatom pred setvijo bistveno učinkovitejše, kakor pa škropljenje v visoko ljujko s herbocidom (2 l/ha) tri tedne kasneje.

Preglednica 2: Vpliv različnih načinov direktne setve na pridelek sveže mase in suhe snovi koroze za silažo (Sestrže, 2007)

Način obdelav e	Sveža snov			Suha snov		
	$\bar{x}$ (kg/ha)	SD (kg/ha)	SS (%)	$\bar{x}$ (kg/ha)	SD (kg/ha)	KV
V6	29.250 ^a	9.567	42,8	12.519 ^a	4.094	32,71
V3	38.143 ^a	8.349	41,7	15.906 ^a	3.481	21,89
V2	40.304 ^a	5.767	40,4	16.283 ^a	2.329	14,31
V4	42.268 ^b	3.711	45,1	19.063 ^b	1.673	8,78
V1	45.304 ^b	9.337	43,6	19.752 ^b	4.071	20,61
V5	45.661 ^b	9.858	44,3	20.228 ^b	4.367	21,59

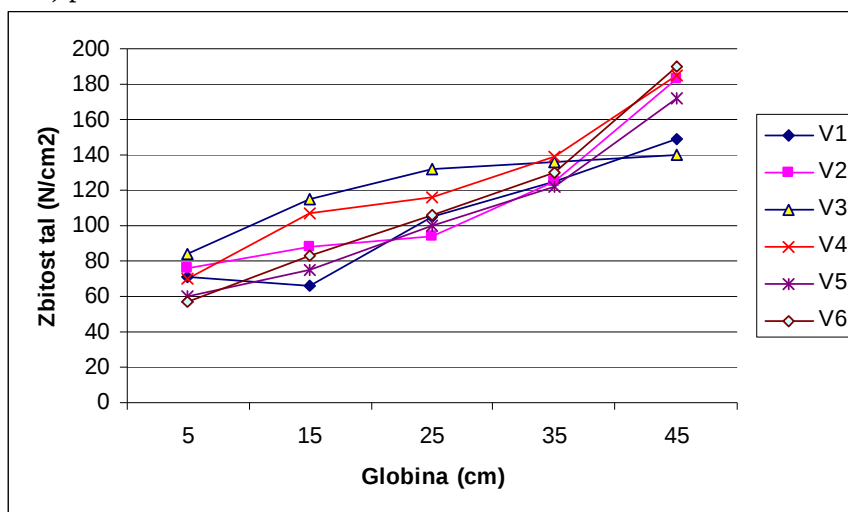


Grafikon 1: Pridelki sveže in suhe snovi pri različnih obravnavanjih (Sestrže, 2007)

3.3 Zbitost tal

Povprečni rezultati meritev s penetrometrom so prikazani v grafikonu 2. V sloju 0-25 cm smo izmerili največje vrednosti 131,71 N/cm² pri obravnavanju V3 - herbocida (2 l/ha) v trakovih tri tedne po vzniku, sledi pa jim s 115,94 N/cm² V4 – tri tedne po setvi uporabljen herbicid (herbicid 2 l/ha) + terano (1 kg/ha) v pasu rastnega prostora. Ljuljka v medvrstnem prostoru se pokosi z vrtno kosilnico.

Podobno ugotovitvam Bayhana in sod. (2006) je v sloju 0-5 cm najmanjša odpornost tal (57,22 N/cm²) izmerjena pri konvencionalni obdelavi tal (V6), največja (83,85 N/cm²) pa pri direktni setvi in uporabi herbocida (2 l/ha) v trakovih tri tedne po vzniku (V3), vendar se na globini 15 cm stanje nekoliko spremeni, saj smo izmerili najmanjšo odpornost V1 (65,56 N/cm²) pri tretiranju z glifosatom en teden pred setvijo, medtem ko smo največjo odpornost (115,44 N/cm²) ponovno izmerili na V3.



Grafikon 2: Odvisnost zbitosti tal od različnih načinov direktne setve (Sestrže, 2007)

Na globini 25 cm je največja zbitost tal še vedno pri postopku V3 (131,71 N/cm²), sledi pa mu V4 (115,94 N/cm²). Pri vseh drugih obravnavanjih so si izmerjene vrednosti zelo podobne in so razporejene v ozkem pasu od 94,43 N/cm² (V2) do 106,15 N/cm² (V6). Na globini 35 cm lahko vidimo zelo podobne vrednosti pri vseh obravnavanjih. Nahajajo se med 121,85 N/cm² (V5) in 139,24 N/cm² (V4) in ponazarjajo plazino, povzročeno z večletnim oranjem na isto globino. Odpornost tal je zatem na globini 45 cm pri vseh obravnavanjih presegla prejšnje vrednosti in dosegla maksimum (189,89 N/cm²) pri obravnavanju V6. Tako velike vrednosti lahko pripišemo neobdelani spodnji plasti tal (mrtvica).

4 Sklepi

V bločnem poskusu smo na obrobju Dravskega polja na lokaciji Sestrže proučevali vpliv direktne setve v predhodni posevek mnogocvetne ljujke, v kombinaciji z različnimi herbicidi, na vznik koruze, na pridelek sveže in suhe koruze za silažo ter na zbitost tal. Ugotovili smo, da je na glinasto ilovnatih tleh s povprečnimi letnimi padavinami 1165 mm najboljši vznik v opazovanem letu (82,75 %) na konvencionalno obdelanih tleh, vendar se statistično razlikuje le od postopkov V1 (glifosat en teden pred vznikom) in V6 (herbicid tri tedne po vzniku). Čeprav obstajajo v vsakdanji praksi veliki dvomi o količini pridelka sveže mase koruze za silažo v direktni setvi, pa smo v opazovanem poskusu izmerili praktično enak pridelek tako na konvencionalno obdelanih parcelah (V5), kakor tudi pri uporabi boomefakta (5 l/ha) en teden

pred setvijo (V1) in pri kombinaciji herbocid 2 l/ha + terano 1 kg/ha v pasovih ter košnjo vmesnih prostorov (V4). Obenem smo zmanjšali porabo goriva za 53,62 l/ha in izpust toplogrednega CO₂ za 147,47 kg/ha.

5 Literatura

Bayhan, Y.; Kayisoglu, B.; Gonulol, E.; Yalcin, H. & Sungur, N. (2006). Possibilities of direct drilling and reduced tillage in second crop silage corn. *Soi & Tillage Research*, vol. 88, no. 1-2, pp. 1-7.

Carter, M. R., Sanderson, J. B. Ivany, J. A. & White, R. P. (2002). Influence of rotation and tillage on forage maize productivity, weed species and soil quality of a sandy loam an the cool-humid climate of Atlantic Canada. *Soil Tillage Res.* vol. 67, pp. 85-98.

Chancellor, W. J. (1994). *Advances in Soil-Plant Dynamics*. The American Society of Agricultural Engineers. St. Joseph, Vol. 1 255-280.

Diaz-Zorita, M. (2000). Effect of deep tillage and nitrogen fertilization on dryland corn (*Zea mays* L.) productivity. *Soil Tillage Res.* vol. 54, pp. 11-19.

Filipović, D., Kosutić, S., Gospodarić, Z., Zimmer, R. & Banaj D. The possibilities of fuel savings and the reduction of CO₂ emissions in the soil tillage in Croatia *Agriculture, Ecosystems & Environment*, Volume 115, Issues 1-4, July 2006, pp. 290-294, 2006.

Jejčič, V. 1999. Silokombajn SIP SILO 80 B. 1999. *TiN Tehnika in Narava*, 4, ČZD Kmečki glas, s. 10-11.

Linden, D. R., Clapp, D. E. & Dowdy, R. H. (2000). Long term corn grain and straw yields as a function of tillage and residue removal in east central Minnesota. *Soil Tillage Res.* vol. 56, pp. 167-174.

Košutić, S., Filipović, D. & Gospodarić, Z. (2001). Maize and winter wheat production with different soil tillage systems on silty loam. *Agricultural and Food Science in Finland*. vol. 10, pp 81-90.

Tajnšek, A. (2002). Gospodarnost konzervacijske obdelave poljščin v primerjavi s konvencionalno obdelavo na poskusnem polju Jable pri Ljubljani = The economy of

conservation tillage in comparison to conventional tillage on the Laboratory field Jable near Ljubljana. V: TAJNŠEK, Anton (ur.), ŠANTAVEC, Igor (ur.). *Novi izzivi v poljedelstvu 2002 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, [Zreče, 5. in 6. december 2002]*, ([Novi izzivi v poljedelstvu]). Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2002, str. 15-22.

Statistični letopis (2007) Statistical Office of the Republic of Slovenia, Ljubljana, 2007.

Weise, G. & Baurarach, E.H. (1999). Tillage Machinery. In CIGR Handbook of Agricultural Engineering, ASAE, St, Joseph. p. 184-217.

Zimmer, R., Miloš, B., Milakovič, Z. & Kržek, Ž. (1997) Comparison of conventional and no-tillage in maize production. Proceedings of the 25th International Symposium 'Actual Tasks on Agricultural Engineering' Opatija, Croatia. p. 155-160.

Vpliv hitrosti setve na natančnost odlaganja semena pri podtlačni sejalnici za koruzo

Filip VUČAJNK⁶, Primož BERUS⁷, Aleš ZVER⁸, Rajko BERNIK⁹

Izveleček

Ugotavljali smo vpliv hitrosti setve (4, 7 in 10 km/h) s podtlačno pnevmatsko sejalnico na natančnost odlaganja semena ter posledično na razdaljo med rastlinami v vrsti pri koruzi (*Zea mays* L.). Poskus smo izvedli na srednje težkih tleh na valovitem terenu, z nagibom v smeri vožnje do 10 %. Zasnovan je bil v obliki slučajnih blokov s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Želena gostota setve je znašala 85000 semen na hektar, zelena razdalja v vrsti 15,7 cm. Hitrost setve 4 km/h je bila glede na postavljene zahteve najprimernejša. Pri tej hitrosti je bila dejanska razdalja najbližje zeleni razdalji. Standardni odklon je bil zelo nizek (2,0 cm). Odstotek dvojnih (< ½ dejanske razdalje) in praznih mest (> 1 ½ dejanske razdalje) je bil najnižji. 99,2 % rastlin je ležalo znotraj zelenega območja (> ½ – < 1 ½ dejanske razdalje). Pri 78 % rastlin je bila razdalja v vrsti med 14 in 18 cm. Pri hitrostih setve 7 in 10 km/h niso bile izpolnjene zahteve glede natančnosti setve. Odstotek dvojnih in praznih mest je bil previsok, poleg tega je bil prenizek odstotek rastlin znotraj zelenega območja. Le 81,8 % (7 km/h) in 75,4 % rastlin (10 km/h) je ležalo znotraj zelenega območja.

Glavne besede: koruza, razdalja v vrsti, sejalnica za presledno setev, vozna hitrost

The effect of maize vacuum planter's working speed on the seed placement accuracy

Abstract

The effect of maize vacuum planter's working speed (4, 7 or 10 km/h) on the seed placement accuracy was established. Consequently, the effect on the maize plant spacing (*Zea mays* L.) was analyzed. A field trial was performed on a medium textured soil on a gentle slope with an angle of up to 10% in the direction of planting. It was devised in a form of random blocks with repetitions within different trial units. The desired plating density was 85,000/ha, while the desired plant spacing amounted to 15.7cm. In view of demands in force for air planters, it was ascertained that the working speed of 4km/h was the most appropriate speed for planting. At that speed, the actual plant spacing came closest to the desired one and the standard deviation was the lowest (2.0cm). Similarly, the percentage of double (< ½ of the actual plant spacing) and empty places (> 1 ½ of the actual plant spacing) was the smallest. 99.2% of plants were placed within the desired plant spacing area (> ½ – < 1 ½ of the actual plant spacing). Here, a plant spacing between 14cm and 18cm occurred in 78% of the plants. At the working speeds of 7 and 10 km/h, however, demands regarding the plant accuracy were not fulfilled. The percentage of double and empty places was too high. Furthermore, at those speeds, the lowest percentage of plants within the desired plant spacing occurred. Only 81.8% of plants at the working speed of 7 km/h and 75.4% of plants at 10 km/h were located within the desired plant spacing area.

Key words: maize, plant spacing, planter, working speed

1 Uvod

⁶ mag., univ. dipl. inž. agr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana
e-pošta: filip.vucajnk@bf.uni-lj.si

⁷ kmet. tehnik, Srednji Globodol 6, 8216 Mirna Peč

⁸ univ. dipl. inž. zoot., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

⁹ prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

Za setev okopavin, kot so sladkorna in krmna pesa, koruza za zrnje in silažo, se uporabljajo sejalnice za vrstno presledno setev. V zemljo odloženo seme mora na istem mestu vzkaliti in zrasti do končne velikosti, zato pa potrebuje svoj življenjski prostor. Pridelek je poleg ostalih pogojev za rast odvisen tudi od števila rastlin na hektar. Če so rastline tesno skupaj, nastopi konkurenca v rasti med njimi. Če pa je razdalja med njimi prevelika, ne morejo izkoristiti vseh hranil v tleh in poveča se zapleveljenost. Z gostoto setve se določi velikost življenjskega prostora rastline. Ta pa je odvisen od razdalje med semeni v vrsti in od medvrstne razdalje. Enakomernost gostote setve je tudi pogoj za učinkovito spravilo pridelka (Bernik, 2005).

Naloga sejalníc za vrstno setev pri koruzi je, da semena odlagajo v točno določenih razdaljah v vrsti na želeno delovno globino. Pri tem morajo biti semena enakomerno pokrita z zemljo (Schrödl, 1993). Pogoji za uporabo sejalníc za vrstno setev pri koruzi so dobra predsetvena priprava tal, učinkovito varstvo pred pleveli in škodljivci ter dober semenski material. Predsetvena priprava tal mora biti toliko plitka, kot je še mogoče in le toliko globoka, kot je potrebno. Priporočena delovna globina je pri koruzi med 5 in 6 cm. Za delovanje sejalníc za vrstno setev je potrebno pripravljeno seme. V Nemčiji obstajata dva kalibra semena za koruzo. Ozki kaliber semena (oznaka S) ima širino 7–9 mm, višino 3,5–7,5 mm in dolžino 7–13 mm. Široki kaliber semena (oznaka B) ima širino 9–11 mm, višino 3,5–7,5 mm in dolžino 9–13 mm.

Vozna hitrost ima pri vseh tipih sejalníc za presledno setev pomemben vpliv na kakovostno setev. Izbira določene vozne hitrosti je odvisna od stanja njive, nastavljene želené razdalje v vrsti, semena in sejalníc plošč. Odvisna je od posameznih izvedb sejalníc in znaša od 3 do 7 km/h. Pri preveliki hitrosti lahko nastanejo dvojna in prazna mesta med semeni ter tudi poškodbe semena. To povzroči velika odstopanja v razdaljah med semeni in pozneje neenakomerno razporeditev rastlin v vrsti. Zato ni mogoče povečati površinske storilnosti s povečanjem vozne hitrosti, temveč le s povečanjem delovne širine sejalníc.

Natančnost odlaganja semena se analizira v testnih laboratorijih in na polju. Pri dobrih sejalnícah leži več kot 95 % semen znotraj območja nastavljene razdalje v vrsti. Na ta način lahko dosežemo želeno število semen na hektar. Deleža dvojnih in praznih mest morata biti čim nižja (pregl. 1). Dvojno mesto pomeni razdaljo med semeni, ki je manjša od polovice dejanske povprečne razdalje v vrsti. Prazno mesto pomeni razdaljo med semeni, ki je večja od 1 ½ dejanske povprečne razdalje v vrsti.

Preglednica 1: Dvojna in prazna mesta med semeni (Schrödl, 1993)

Odstotek dvojnih in praznih mest (%)	Lestvica
≤0,5	Zelo nizek
>0,5–2,5	Nizek
>2,5–5,0	Sprejemljiv
>5,0	Visok

O visoki natančnosti odlaganja semena govorimo takrat, ko leži najvišji možni odstotek semen znotraj ozkega območja okoli dejanske povprečne razdalje. Ta kriterij se določi s standardnim odklonom. Standardni odklon je statistični kazalnik razpršitve vrednosti od izmerjene povprečne razdalje v vrsti. Pri izračunu standardnega odklona ne upoštevamo dvojnih in praznih mest med semeni (pregl. 2).

Preglednica 2: Merilo za ocenjevanje natančnosti odlaganja semena za koruzo (Schrödl, 1993)

Standardni odklon (mm)	Ocena
≤10	Zelo dobro
>10–15	Dobro
>15–20	Zadovoljivo
>20–25	Manj zadovoljivo
>25	Nezadovoljivo

Pri setvi na želeno razdaljo v vrsti je gostota rastlin na hektar odvisna od visokega poljskega vznika. Ta pa je pogojen s kaljivostjo semena in energijo kalitve. Visok poljski vznik pomeni, da je odstotek praznih mest nizek in da je razporeditev rastlin enakomerna. Določimo ga tako, da pomnožimo želeno razdaljo v vrsti (cm) s 100 in na tej razdalji preštejemo število rastlin. Po vzniku rastlin je pomemben natančen položaj rastlin, kar pomeni, da leži čim višji odstotek rastlin znotraj ozkega območja okoli dejanske povprečne razdalje. Zaradi tega obstaja tudi za rastline, podobno kot za semena, merilo za natančnost položaja rastlin (pregl. 3). Natančnost položaja rastlin temelji na standardnem odklonu od povprečja. Na polju mora biti še sprejemljiv odstotek rastlin, ki so preblizu (dvojna mesta), in odstotek rastlin, ki ležijo predaleč vsaksebi (prazna mesta) (Schrödl, 1993).

Preglednica 3: Merilo za ocenjevanje natančnosti položaja rastlin (Schrödl, 1993)

Standardni odklon (mm)	Ocena
≤25	Zelo dobro
>25–30	Dobro
>30–35	Zadovoljivo
>35–40	Manj zadovoljivo
>40	Nezadovoljivo

2 Material in metode dela

Poskus smo izvajali v Srednjem Globodolu pri Novem mestu na kmetiji Berus. Tla so bila srednje težka. Površina poskusne parcele je znašala 0,6 ha. Parcela je bila v smeri vožnje rahlo valovita. Nagib v smeri vožnje je znašal do 10 %. Njiva je bila preorana spomladi in obdelana z vrtavkasto brano v enem obhodu. Vsa ostala agrotehnična dela so bila narejena v skladu z dobro kmetijsko prakso.

Setev smo izvedli s 4-vrstno podtlačno sejalnico za koruzo SP DORADA, proizvajalca Gaspardo. Priporočena hitrost setve je po navodilih za uporabo 4 do 7 km/h. Sejalna plošča je imela 26 izvrtin. Uporabili smo hibrid PR 37H24. Vrtlina frekvenca priključne gredi traktorja je znašala 450 o/min, vrtlina frekvenca motorja pa 1350 o/min. Tik pred setvijo smo sejalnico nastavili na želeno razdaljo v vrsti, in sicer na 15,7 cm. Medvrstna razdalja je bila 75 cm. Zelena gostota setve je znašala 85000 semen na hektar. Vse nastavitve smo naredili v skladu z navodili za uporabo. Pri preizkusu sejalnice smo pogonsko kolo sejalnice zavrteli petkrat in prešteli izpadla semena. Na podlagi izpadlih semen, obsega pogonskega kolesa in vrtljajev smo izračunali razdaljo v vrsti. Preizkus smo ponovili trikrat za vsako sejarno cev posebej.

Poljski poskus je bil zasnovan v obliki slučajnih blokov s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Število blokov je bilo 3. Dolžina posameznega bloka je bila 200 m in širina 9 m. V poskus so bile vključene tri vozne hitrosti pri setvi, in sicer 4, 7 in 10 km/h. Namen poskusa je bil ugotoviti vpliv vozne hitrosti na natančnost odlaganja semena, na razdaljo med rastlinami v vrsti, dvojna in prazna mesta, na razporeditev rastlin v vrsti, na poljski vznik itd. Poskusno enoto so predstavljale 4 vrste koruze, od teh smo vse meritve izvajali na notranjih dveh vrstah. V vsaki poskusni enoti so bile tri ponovitve.

Mesec dni po setvi smo določili poljski vznik tako, da smo prešteli število rastlin na dolžini 15,7 m. Nato smo na dolžini 2 m izmerili razdalje med posameznimi rastlinami. Za vsako obravnavanje smo naredili 3 ponovitve. Na podlagi tega smo izračunali povprečno razdaljo v vrsti in standardni odklon. Za izračun standardnega odklona nismo upoštevali dvojnih in praznih mest. Za dvojna mesta smo vzeli vse razdalje v vrsti, ki so manjše kot $\frac{1}{2}$ dejanske razdalje, za prazna mesta pa vse razdalje v vrsti, ki so večje kot $1\frac{1}{2}$ dejanske razdalje. Poleg tega smo izračunali relativno frekvenco rastlin z dvojnimi in praznimi mesti. Iz tega smo dobili relativno frekvenco rastlin znotraj zelenega območja. Zeleno območje predstavljajo razdalje v vrsti, večje od $\frac{1}{2}$ in manjše od $1\frac{1}{2}$ dejanske razdalje. Izračunali smo tudi gostoto rastlin na hektar ter relativno frekvenco za posamezne razdalje v vrsti. Rezultate z relativno frekvenco smo grafično prikazali kot frekvenčni poligon. Osnovno obdelavo podatkov smo naredili v programu Excel, statistično analizo pa v programu Statgraph 4.0. Analizo variance smo izvedli po postopku, kot velja za slučajne bloke s ponovitvami znotraj poskusnih enot. Za preizkus homogenosti varianc smo uporabili Hartleyev test. Ker so bila v poskusu tri obravnavanja, smo naredili LSD-test mnogoterih primerjav.

3 Rezultati z diskusijo

Pred setvijo smo izvedli preizkus sejalnice zaradi nastavitve razdalje v vrsti za posamezne sejalne cevi (pregl. 4). Pri preizkusu je bila razdalja v vrsti od 15,2 do 15,5 cm. Pri nobeni sejalni cevi ni bila dosežena zelena razdalja v vrsti, ki je znašala 15,7 cm. Najbolj je od zelene razdalje odstopala sejalna cev 1, in sicer za 0,5 cm. Standardni odklon je znašal od 0,7 do 3,2 %.

Preglednica 4: Dejanska razdalja v vrsti po posameznih sejalnih ceveh pri nastavitvi podtlačne pnevmatske sejalnice v Srednjem Globodolu v letu 2008

Sejalna cev	Razdalja v vrsti (cm)	Stand. odklon (cm)	Stand. odklon (%)
1	15,2	0,1	0,7
2	15,5	0,5	3,2
3	15,4	0,2	1,3
4	15,4	0,3	1,9

Hitrost setve statistično značilno vpliva na razdaljo med rastlinami v vrsti ($p = 0,007$) (pregl. 5). Razdalja v vrsti je bila pri hitrostih 4 in 7 km/h statistično značilno nižja (15,8 oz. 16,7 cm) kot pri hitrosti 10 km/h (21,0 cm). Pri hitrosti 4 km/h je bila dejanska razdalja v vrsti (15,8 cm) skoraj enaka zeleni razdalji v vrsti (15,7 cm). Na podlagi tega lahko rečemo, da sta najprimernejši hitrosti setve 4 in 7 km/h. To se sklada s Shrödlom (1993), ki navaja, da je najprimernejša hitrost setve med 3 in 7 km/h. Hitrost 10 km/h je previsoka, ker je odstopanje od zelene razdalje kar 5,3 cm.

Analizirali smo tudi standardni odklon od povprečne razdalje (pregl. 5). Pri tem nismo upoštevali dvojnih in praznih mest. Hitrost setve je statistično značilno vplivala na standardni odklon ($p = 0,030$). S povečevanjem hitrosti setve se je povečeval tudi standardni odklon. Pri hitrosti 4 km/h je znašal 2,0 cm. Po merilih za ocenjevanje natančnosti položaja rastlin, ki jih navaja Schrödl (1993) (pregl. 3), to pomeni zelo dobro natančnost setve. Pri hitrosti 7 km/h je natančnost setve dobra, medtem ko je pri 10 km/h nezadovoljiva, saj znaša standardni odklon več kot 4,0 cm (5,8 cm). Tudi Schrödl (1993, 1996), Schrödl in Mosch (1997) ter Schrödl in Hörner (1999) so pri višjih hitrostih setve ugotovili povečanje standardnega odklona.

Preglednica 5: Vpliv hitrosti setve s pnevmatsko podtlačno sejalnico na razdaljo med rastlinami v vrsti in na standardni odklon v Srednjem Globodolu v letu 2008 (LSD-test $\alpha = 0,05$)

Hitrost setve	Razdalja (cm)	Stand. odklon (cm)
4 km/h	15,8a	2,0a
7 km/h	16,7a	2,8a
10 km/h	21,0b	5,8b

Pri različnih hitrostih setve so bile statistično značilne razlike v relativni frekvenci rastlin z dvojnimi ($p = 0,007$) in s praznimi mesti ($p = 0,003$) ter v relativni frekvenci rastlin znotraj zelene razdalje ($p = 0,003$) (pregl. 6). Relativna frekvenca rastlin z dvojnimi mesti je bila pri hitrostih 7 (9,5 %) in 10 km/h (11,9 %) višja kot pri hitrosti 4 km/h, pri kateri dvojnih mest praktično ni bilo. Glede na pregl. 1 (Schrödl, 1993) lahko sklepamo, da je bil odstotek dvojnih mest pri hitrostih 7 in 10 km/h visok. Tudi Schrödl (1993), Schrödl in Mosch (1997) ter Schrödl in Hörner (1999) so ugotovili povečanje odstotka dvojnih mest pri hitrostih višjih od 4 km/h. Isti avtorji navajajo, da so dvojna mesta zelo odvisna od vozne hitrosti, medtem ko so prazna mesta bolj odvisna od poljskega vznika. Tudi praznih mest je bilo pri hitrosti 4 km/h le 0,8 %, kar je nizko. Pri hitrostih 7 in 10 km/h je bila relativna frekvenca rastlin s praznimi mesti visoka, in sicer 8,7 % oz. 12,7 %. Želena območje pomeni vse razdalje med rastlinami, ki so večje od $\frac{1}{2}$ povprečne razdalje in manjše od $1\frac{1}{2}$ povprečne razdalje. Pri hitrosti 4 km/h je bilo takšnih razdalj 99,2 %. Pri hitrostih 7 in 10 km/h je bila relativna frekvenca precej nižja (81,8 % oz. 75,4 %). Schrödl (1993) navaja, da naj bilo več kot 95 % rastlin znotraj zelenega območja. V našem poskusu je bilo to le pri hitrosti 4 km/h. Glede na zgoraj navedene rezultate trdimo, da je glede natančnosti odlaganja semena najprimernejša hitrost setve 4 km/h, medtem ko sta hitrosti 7 in 10 km/h previsoki.

Preglednica 6: Vpliv hitrosti setve s pnevmatsko podtlačno sejalnico na relativno frekvenco rastlin z dvojnimi in praznimi mesti ter na relativno frekvenco rastlin znotraj zelenega območja v Srednjem Globodolu v letu 2008 (LSD-test $\alpha = 0,05$)

Hitrost setve	Dvojna mesta (%)	Prazna mesta (%)	Znotraj zelenega območja (%)
4 km/h	0,0a	0,8a	99,2a
7 km/h	9,5b	8,7b	81,8b
10 km/h	11,9b	12,7b	75,4b

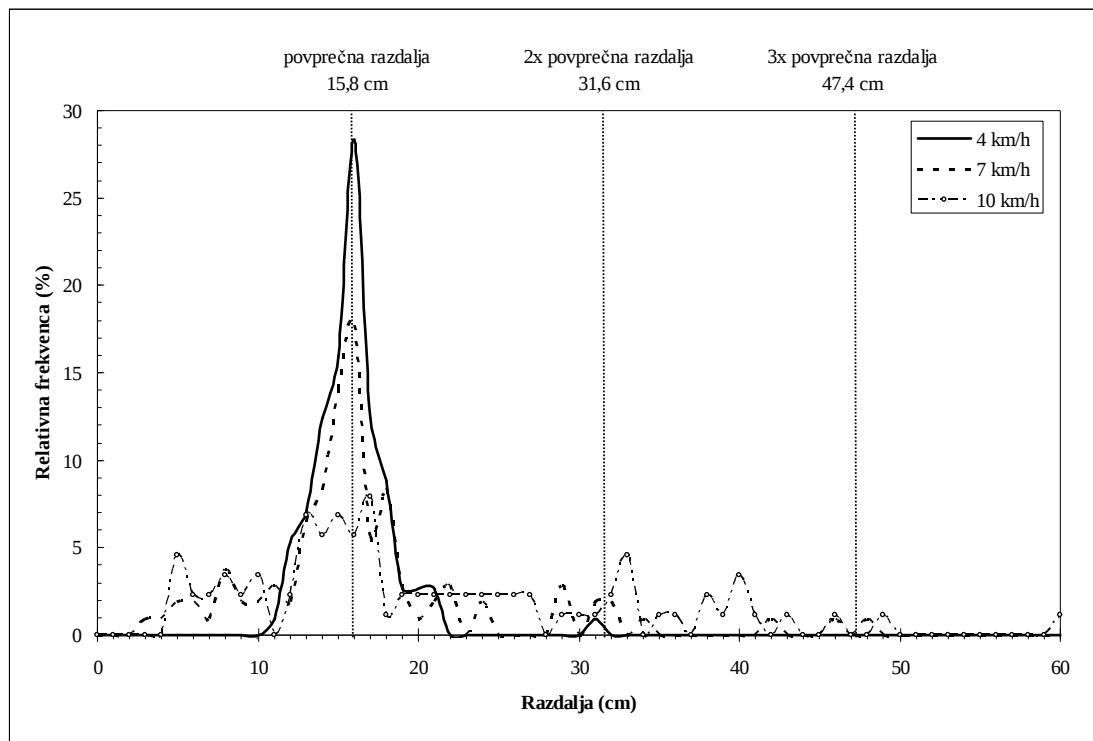
Analizirali smo tudi poljski vzniki in gostoto rastlin (pregl. 7). Med različnimi hitrostmi setve so se pojavile statistične razlike v poljskem vzniku ($p = 0,004$). Najvišji je bil pri hitrosti 4 km/h (92%), sledi 7 km/h (88 %) in najnižji pri 10 km/h (82 %). Slabši poljski vzniki pri višjih

hitrostih se je pojavil predvsem zaradi večjega odstotka praznih mest in v manjši meri tudi zaradi dvojnih mest. Na podlagi dejanske razdalje v vrsti smo izračunali gostoto rastlin na hektar. Pri hitrosti 10 km/h je bila gostota rastlin nižja kot pri hitrostih 4 in 7 km/h. Glede gostote rastlin je bila najprimernejša hitrost 4 km/h (84328 rastlin/ha), saj je bila najbližja zeleni gostoti 85000 rastlin na hektar. Pri 10 km/h je bilo za več kot 20000 rastlin na hektar manj kot pri 4 km/h. Takšna gostota rastlin je posledica visokega odstotka dvojnih in praznih mest ob setvi ter slabšega poljskega vznika.

Preglednica 7: Poljski vzniki in gostota rastlin po setvi s pnevmatsko podtlačno sejalnico v Srednjem Globodolu v letu 2008 (LSD-test $\alpha = 0,05$)

Hitrost setve	Poljski vzniki (%)	Gostota rastlin (rastl./ha)
4 km/h	92a	84329a
7 km/h	88b	80203a
10 km/h	82c	64096b

Najboljša porazdelitev relativnih frekvenc za razdalje v vrsti je bila pri hitrosti setve 4 km/h (slika 1). Pri razdalji 16 cm, ki je najbližje dejanski povprečni razdalji 15,8 cm, je bila relativna frekvenca 28,3 %. Pri ostalih dveh hitrostih sta bili relativni frekvenci pri tej razdalji nižji, in sicer 17,8 % (7 km/h) oziroma 5,7 % (10 km/h). Rezultati se ujemajo z ugotovitvami Schrödlja (1996) ter Schrödlja in Moscha (1997), ki so pri dejanski povprečni razdalji ugotovili manjšo relativno frekvenco pri hitrosti 7 km/h, v primerjavi s hitrostjo 5 km/h. V primerjavi z našimi rezultati so pri dejanski povprečni razdalji ugotovili nižjo relativno frekvenco, in sicer med 10 in 15 % (pri hitrosti 5 km/h). V območju razdalj 14 do 18 cm je pri hitrosti 4 km/h vsota relativnih frekvenc znašala 77,9 %, medtem ko pri hitrostih 7 in 10 km/h le 54,2 % oz. 27,3 %. Pri hitrosti 4 km/h so bile zelo majhne relativne frekvence, pri razdaljah manjših od 10 cm in večjih od 20 cm. Po drugi strani so bile pri hitrostih 7 in 10 km/h relativne frekvence v istih območjih precej višje. Pri dvakratni povprečni razdalji je bila pri hitrosti 4 km/h relativna frekvenca 0 %, pri ostalih dveh hitrostih pa 1,9 % (7 km/h) oz. 2,3 % (10 km/h). Pri hitrosti setve 7 km/h so se pojavljale razdalje v vrsti vse do 50 cm, medtem ko pri hitrosti 10 km/h celo do 60 cm. Na podlagi navedenih rezultatov sklepamo, da je glede razporeditve rastlin v vrsti najprimernejša hitrost setve 4 km/h, ostali dve hitrosti pa ne.



Slika 1: Frekvenčni poligon za razdaljo v vrsti pri različnih hitrostih setve s pnevmatsko podtlačno sejalnico v Srednjem Globodolu v letu 2008

4 Sklepi

Na podlagi opravljenega poskusa smo prišli do naslednjih sklepov:

- Na valovitem terenu z nagibom v smeri vožnje do 10 % je glede na vse postavljene zahteve najprimernejša hitrost setve 4 km/h.
- Pri hitrosti 4 km/h je dejanska razdalja v vrsti najbližje želeni in standardni odklon najnižji.
- Odstotek dvojnih in praznih mest je pri tej hitrosti najnižji. Posledično je na drugi strani najvišji odstotek rastlin znotraj želenega območja.
- Pri hitrosti 4 km/h je najvišja relativna frekvenca rastlin okoli dejanske razdalje.
- Hitrosti 7 in 10 km/h sta neprimerni, saj ne izpolnjujeta zahtev glede natančnosti setve.
- Hitrost 7 km/h le pri dejanski razdalji v vrsti in standardnem odklonu deloma izpolnjuje zahteve.
- Odstotek dvojnih in praznih mest je pri hitrostih 7 in 10 km/h previsok, odstotek rastlin znotraj želenega območja pa prenizek.
- Relativna frekvenca rastlin okoli dejanske razdalje je prenizka pri hitrostih 7 in 10 km/h. Poleg tega je previsoka relativna frekvenca pri razdaljah, manjših od 10 cm in večjih od 20 cm.
- Površinske storilnosti ne moremo povečati s hitrostjo setve, ampak le s povečanjem delovne širine.

5 Literatura

Bernik, R. 2005. Tehnika v kmetijstvu.: obdelava tal, setev, gnojenje. Predavanja za študente agronomije in zootehniko. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 138 str.

- Schrödl, J. 1993. Was ist beim Kauf und beim Einsatz einer Einzelkornsämaschine zu beachten? V: Einzelkorn-sämaschinen. DLG Prüfberichte: 3–20
- Schrödl, J. 1996. Einzelkornsämaschine MONOSEM NG 4 reihig für Maisaussaat. DLG Prüfbericht 4564. DLG e.V. Fachbereich Landtechnik-Prüfungsabteilung: 16 str.
- Schrödl, J., Mosch, G. 1997. Einzelkornsämaschine GASPARDO ST 6 reihig, mit Reihendüngerstreuer für Maisaussaat. DLG Prüfbericht 4658. DLG e.V. Fachbereich Landtechnik-Prüfungsabteilung: 20 str.
- Schrödl, J., Hörner, R. 1999. Einzelkornsämaschine GASPARDO TANDEM 4-reihig, für Maisaussaat. DLG-Prüfbericht 4828. DLG e.V. Fachbereich Landtechnik-Prüfstelle für Landmaschinen: 15 str.

Premena v hmeljiščih

Mateja ROŽIČ PLAZOVNIK¹⁰, Igor ŠANTAVEC¹¹, Darja KOCJAN AČKO¹²

Izvleček

Premeno v hmeljiščih smo preučili z anketo, ki smo jo izvedli januarja 2008 na 22 hmeljarskih kmetijah v Spodnji Savinjski dolini. Izračun je pokazal, da ima posamezna kmetija v povprečju 23,6 ha obdelovalnih zemljišč, od tega je 12,5 ha hmeljišč. Na 21 hmeljarskih kmetijah je gospodarsko pomembna dejavnost tudi reja domačih živali, v glavnem govedoreja. Čeprav se pridelovanje koruze nekoliko zmanjšuje, je koruza še vedno najbolj razširjena poljščina v premeni (31%). Na 23,5% njiv na hmeljiščih v premeni prevladujeta ozimna pšenica in ječmen, manj je jarega ječmena in ovsa. Širjenje visokega fižola v premeni (20,5%) je pomembno ne le zaradi izkoriščenosti žičnice, ampak ima ugoden vpliv na rodovitnost tal. Buče, sladkorna pesa, oljna ogrščica in zelje so le na redkih njivah v premeni, vendar pa skupaj zavzemajo 14,7% njiv na hmeljiščih v premeni. Čeprav večina poljščin v premeni dopolnjuje krmo iz travinja, so voluminozne večletne stročnice same ali skupaj s travami za zdaj najmanj razširjene (10,3%). Vrstenje več poljščin v premeni zadnjih let in trajanje premene pripisujejo kmetje predvsem pojavu koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) in kmetijsko-okoljskemu ukrepu integrirane pridelave. Analiza anket je pokazala, da je triletna premena na sedmih kmetijah, na štirinajstih kmetijah je premena dveletna, samo na eni kmetiji je enoletna. Čeprav je dohodek na kmetiji v obdobju premene manjši, se hmeljarji vse bolj zavedajo pozitivnega vpliva premene na naslednji nasad hmelja.

Ključne besede: *Humulus lupulus* L., hmelj, hmeljarske kmetije, anketa, premena v hmeljiščih, karantenska premena, poljščine, reja domačih živali

Crop rotation in hops growing

Abstract

We have studied the crop rotation in hops growing with the survey, performed in January 2008, on twenty-two hops growing farms in Spodnja Savinjska dolina. The final calculation showed that the average arable land on the average farm was 23.6 ha, out of which an average hops growing land attained 12.5 ha. On twenty one hops producing farms, livestock production, mainly cattle breeding, is also an economically significant activity. Although the production of maize has been reduced in the recent years, maize is still the most frequent crop within the crop rotation (31 %). On the 23.5 % of the fields under the crop rotation, the two most common crops were spring wheat and barley, there was less spring barley and oats. The wider use of high beans within the crop rotation (20.5%) is important not only for the use of hops wires, but has also a favourable impact on the soil fertility. Pumpkins, sugar beet, rape seed and cabbage could be found only on few hop fields, but together they cover 14.7% of arable land. Bulky multiannual legumes – alone or combined with grasses - were the least used crops (10.3%). The occurrence of the maize beetle (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) and the introduction of integrated production measures within the agricultural and environmental policy influenced the use of a larger number of crops within the crop rotation. The survey analysis showed that the three-year crop rotation was carried out on seven farms, a two-year rotation on fourteen farms and only one

¹⁰ Dipl. inž. zoot., Zakl 10, 3303 Gomilsko, e-pošta: kmetija.rozic@siol.net

¹¹ Asist., dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, e-pošta: igor.santavec@bf.uni-lj.si

¹² Viš. pred., dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, e-pošta: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

farm used a yearly rotation cycle. In spite of lower income during the period of crop rotation, hop growers are more and more aware of its positive influence on the following crop.

Key words: *Humulus lupulus* L., hops, hops growing farms, survey, hops fields in the crop rotation, hops crop rotation, quarantine crop rotation, crops, domestic animal production

1 Uvod

Hmelj (*Humulus lupulus* L.) je trajnica, ki jo pri nas pridelujemo na približno 1600 hektarjih, največ v Savinjski dolini. Povprečni pridelek storžkov v letu 2007 je bil približno 1400 kg/ha (Statistični letopis, 2007; Statistične informacije, 2008). Hmelj je trajnica. Eksploatacijska doba sodobnih nasadov hmelja je dvanajst do petnajst let.

Podobno kot pri pridelovanju drugih monokultur je tudi monokultura hmelja vzrok za slabšanje strukture tal, zmanjševanje vsebnosti humusa v tleh, povečanje zbitosti tal, večjo razširjenost specifičnih povzročiteljev bolezni in škodljivcev ter za večjo zapleveljenost. Na strukturo tal imajo neugoden vpliv intenzivna obdelava tal v hmeljiščih, suša, dež (močni nalivi) in namakanje. Gospodarnost pridelave se zmanjšuje zlasti pri nasadih, starih nad petnajst let, zato je po izkrcitvi starega, izrojenega ali sortno neprimerne nasada treba narediti premeno (menjava, zamenjava; Slovar..., 1993), v kateri se enako kot v njivskem kolobarju izmenjujejo poljščine iz različnih botaničnih družin v obdobju enega ali več let (Spanring, 1959; Sadar, 1961; Kocjan Ačko, 1992, 2002, 2004; Plazovnik Rožič, 2008).

S primernim vrstjenjem poljščin v premeni je mogoče izboljšati fizikalne, kemične in biološke lastnosti tal v hmeljišču (Friškovec in Škerbot, 2007). Z mehanskim in deloma kemičnim uničenjem izrojenega nasada preprečimo ali zmanjšamo okužbe rastlin, saj se v času premene odstranijo in razgradijo okuženi ostanki hmelja in trajnih plevelov.

Strokovnjaki za hmelj (Oset, 1991; Veronek, 1995; Friškovec in sod., 2002) so že v preteklosti poudarjali, da je pred sajenjem brezvirusnih sadik hmelja strokovno potrebna vsaj dveletna premena in da je pri upoštevanju premene pozneje manj težav pri pridelavi hmelja. Po drugi strani pa je v obdobju intenzivne specializacije in kemizacije pridelave prevladal ekonomski interes, ki je navajal hmeljarje k čim krajši premeni. Izguba dohodka zaradi premene ni le izpad pridelka storžkov, stroški nastanejo tudi pri vzdrževanju žičnice in druge neizkoriščene opreme pri pridelavi hmelja (Veronek, 1997).

Vrstenje različnih poljščin v zadnjih letih in podaljševanje premene je posledica zakonsko predpisanih ukrepov zaradi pojava in širjenja koruznega hrošča (Ur. l. RS, št. 21/04 in 106/2006) ter pridelave zdrave hrane in varovanja okolja (MKGP, 2006).

1.1 PREMENA V HMELJIŠČIH

V času premene priporočajo setev rastlin, ki dajejo obilno organsko maso za podor in potrebujejo obdelavo, s katero se izboljša struktura tal in kapaciteta tal za zrak in vodo, poveča delež humusa v tleh, po drugi strani pa se zmanjša zbitost tal. Pomembno je, da so tla ves čas premene zasajena z glavnim in s strniščnim posevkom (Oset, 1991).

Friškovec in sod. (2002) menijo, da so v premeni najboljše rastlinske vrste žita in metuljnice. Zlasti od metuljnic, enoletnih in večletnih stročnic, se pričakuje, da s pomočjo koreninskih bakterij vežejo zračni dušik, ki ga deloma porabi stročnica, neporabljen pa je na razpolago drugim poljščinam v kolobarju. Izjemno ugodna voluminozna stročnica je lucerna (*Medicago sativa* L.), vendar le pod pogojem, da je v premeni dve leti pred novim nasadom hmelja, sicer je večja nevarnost napada trstnega rilčkarja. Friškovec in Škerbot (2007) priporočata tudi setev ozimne oljne ogrščice (*Brassica napus* L. var. *napus*) v premeni. Ogrščica razvije namreč zelo gost in razvejan koreninski sistem, ostanki korenin, zmulčena in zaorana slama

pa so dober vir organske mase, ki jo talni makro- in mikroorganizmi razgradijo v humus, ki poveča rodovitnost tal, izboljša strukturo ter prepustnost tal za vodo in zrak.

Nasprotno pa je ugotovljeno, da okopavini, kot sta pesa in koruza, močno izčrpata zaloge hranil v tleh, zlasti pri poznem spravilu s težkimi stroji pa uničujeta tudi strukturo tal. Sočni deli koruze v tleh omogočajo razvoj ličink majskega hrošča (*Melolontha melolontha* L.).

Koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) je postal karantenski škodljivec koruze, zaradi katerega je pridelava koruze na isti njivi zakonsko omejena na eno ali na dve leti v kolobarju. Vendar videz hmeljišč v premeni kaže, da je koruza v premeni najbolj zaželena poljščina. Pridelovalci koruze morajo izvajati zakonsko predpisane ukrepe, od katerih je proti širjenju in omejevanju škode zaradi koruznega hrošča za zdaj najbolj učinkovit dve- do triletni kolobar, medtem ko je uporaba kemičnih sredstev za zatiranje hrošča manjša zaradi njihove okoljske škodljivosti (Kocjan Ačko in Lipovec, 2006).

Neustrezen predposevek v premeni je tudi konoplja, ki je iz iste družine konopljeveke (*Cannabaceae*) kot hmelj; pri zapovrstni setvi je večja nevarnost napada hmeljevega bolhača (*Psylliodes attenuatus* Koch), ki lahko popolnoma uniči prvoletni nasad (Friškovec in sod., 2002).

Čeprav imajo večletne trave in detelje ugoden vpliv na mehanske, fizikalne in kemične lastnosti tal, pa je njihova trajnost ovira za temeljitejšo obdelavo in sanacijo tal zaradi povzročiteljev bolezni.

1.2 KARANTENSKA PREMENA V HMELJIŠČIH

Karantenska premena je obdobje po uničenju okuženega hmeljišča do zasaditve novega hmeljišča (Zakon o..., 2001). V tem obdobju se lahko pridelujejo v premeni le poljščine, ki niso gostiteljske rastline povzročiteljev bolezni na hmelju. Čas trajanja karantenske premene je predpisan in znaša toliko, kot je preživetvena sposobnost glive v tleh brez navzočnosti gostiteljskih rastlin (Radišek in sod., 2006).

Hmeljeva ovenelost je bolezen prevajalnega sistema, ki jo povzročata glivi *Verticillium albo-atrum* Reinke at Berthold in *Verticillium dahliae* Klebahn. Pojavlja se ne le na hmelju, ampak tudi na drugih gojenih rastlinah, kot so paradižnik, lucerna, krompir, sladkorna pesa in oljna ogrščica. Pri ustreznih razmerah trosi glivic ali micelij prodrejo skozi ranjeno povrhnjico nadzemnih delov rastline in v mlade, nepoškodovane korenine. Micelij, ki se razraste v prevajalnem tkivu onemogoča pretok vode in v njej raztopljenih hranilnih snovi. Posledica zamašitve prevajalnega sistema je venenje in celo odmiranje rastline (Čerenak in sod., 1999). Čas trajanja karantenske premene zaradi hmeljeve uvelosti je štiri leta, v premeni pa so lahko le ozkolistne, negostiteljske rastline, kot so žita, trave in koruza.

2 Material in metode

Premeno v hmeljiščih in karantensko premeno v hmeljiščih smo preučili januarja 2008 s pomočjo anketnih vprašalnikov, ki so jih izpolnili na dvaindvajsetih izbranih hmeljarskih kmetijah v Spodnji Savinjski dolini. Izvajalka ankete, tudi sama pridelovalka hmelja, je pri razgovoru z gospodarjem posamezne kmetije zabeležila odgovore na vseh šestindvajset vprašanj in se pri tem vzdržala vsakršnega lastnega mnenja in razlage. Gospodarji kmetij, večji hmeljarji in živinorejci, so ji dali na vpogled tudi zapiske o velikosti parcel, kolobarju, gnojenju, številu in vrsti domačih živali.

Menimo, da se bodo pokazale pomembne razlike med kmetijami v trajanju premene ter v številu in vrstah poljščin v premeni. Zlasti pri integrirani pridelavi pričakujemo enotne tehnološke postopke in ukrepe pri pridelavi hmelja v Spodnji Savinjski dolini, od katerih je

pomemben dejavnik tudi premena. Zaradi reje domačih živali na večini hmeljarskih kmetij bodo na njivah v premeni prevladovale krmne poljščine in ne poljščine za prehrano ljudi.

3 Rezultati z diskusijo

Hmeljarstvo je na polovici preučevanih kmetij glavna proizvodna usmeritev, na enaindvajsetih kmetijah pa se ukvarjajo tudi z rejo domačih živali, kar kaže na veliko delovno obremenitev gospodarjev in družinskih članov. Več kot polovica kmetij ima nad trideset hektarjev zemljišč, kamor spada tudi gozd, ki ga ima vsaka kmetija približno 6,5 hektarjev. Na preučevanih hmeljarskih kmetijah obdelujejo 276,7 ha hmeljišč, približno za 80 ha manjši je obseg njiv (192,7 ha), najmanj je travnikov (107,1 ha). Izračun je pokazal, da ima posamezna kmetija v povprečju 23,6 ha obdelovalnih zemljišč, od tega je 12,5 ha hmeljišč. Poleg lastnih hmeljišč imajo hmeljišča v zakupu pri Skladu kmetijskih zemljišč, ki je po stečaju Hmezd Kmetijstva njihov lastnik.

Na večini kmetij (82 %) imajo stoletno tradicijo pridelave hmelja, saj so se s hmeljarstvom začeli ukvarjati med letoma 1886 in 1910. Ugotovili smo, da so hmeljarji dobro poučeni o zgodovini hmeljarstva v Savinjski dolini. Med možnimi anketnimi odgovori so izbrali pravega, ki se je glasil, da je prvi nasad hmelja s sorto Würtenberg leta 1876 zasadil žalski župan in veleposestnik Janez Hausenbichler.

Hmeljarji so zaradi preverjanja tržne kakovosti storžkov na svetovnem trgu opustili za okolje agresivna fitofarmacevtska sredstva, ki so jih uporabljali v preteklosti. Tehnologija pridelave hmelja je vse bolj usmerjena v sonaravno pridelavo, praksa pa kaže, da so na številnih kmetijah dosegli zahteve integrirane pridelave in pridobili status integriranega pridelovalca. Več kot polovica kmetij ima njive in hmeljišča vključena v ukrep integriranega poljedelstva, ker se jim finančno izplača.

Na enaindvajsetih preučevanih hmeljarskih kmetijah je pomembna gospodarska dejavnost tudi reja domačih živalih, v glavnem govedoreja. Na govedorejskih kmetijah redijo mlado pitano govedo (skupaj 269 živali), vseh krav molznic je 197, vseh telet 100 in 90 plemenskih telic. Na sedemnajstih kmetijah imajo prašiče, na petih pa konje. Na dveh kmetijah je intenzivna reja perutnine, v dveh v turnusih redijo pure, v petih turnusih pa piščance.

Reja domačih živali na hmeljarskih kmetijah je tradicionalna in povezana z organskimi gnojili. Ker je hmelj okopavina, se pri pridelavi te poljščine v tleh razgradi veliko organske snovi oziroma humusa, ki ga vnašamo z gnojem, gnoj pa ima ugoden vpliv na strukturo tal. Na vseh kmetijah prevladuje gnojenje hmeljišč s hlevskim gnojem, z gnojnico in gnojevko pa gnoji šest kmetij. Na dvajsetih kmetijah dodajajo med rastno dobo hmelja mineralna gnojila, zlasti dušik. Strokovnjaki za hmeljarstvo priporočajo tudi vključevanje podorin - podsevkov, kar izvajajo le na šestih preučevanih kmetijah.

Več kot polovica anketirancev izkrči hmelj pri starosti petnajst let, preostali pri starosti dvajset let. Vzroki za izkrčitev hmelja so različni. Največ hmelja se izkrči zaradi zmanjševanja rodnosti starejših nasadov, kar pomeni manjši dohodek, razlog za izkrčenje je tudi odločitev za novo sorto, izkrčitev zaradi bolezni v nasadu pa je za zdaj najmanj pogost vzrok in za hmeljarja najmanj zaželen.

Čeprav priporočajo strokovnjaki (Veronek, 1994) vsaj dveletno premeno in v praksi vzpodbujajo triletno, je dolžina premene različna, kljub temu da se vsi anketirani kmetje zavedajo pomena premene za novo posajen nasad hmelja. Štirinajst hmeljarjev naredi dveletno premeno, triletno pa sedem. Enoletna premena je vse manj pogosta; v raziskavi je bila ugotovljena pri manjšem hmeljarju, ki se ukvarja izključno z rastlinsko pridelavo. Vzrok za povečevanje časa premene so ukrepi integrirane pridelave (Tehnološka navodila za IPP, 2008).

Kmetije se razlikujejo tudi po številu in vrsti poljščin, ki jih pridelujejo v premeni, kar je odvisno od domačih živali, ki jih redijo na posamezni kmetiji in od trajanja premene. Največ anketiranih kmetov (54 %) prideluje v premeni dve ali štiri poljščine. Hmeljarji se zavedajo, da so najboljše poljščine v premeni žita in voluminozne stročnice, večina kmetij pa je vključenih v ukrepe S(KOP), kjer je obvezen petletni kolobar.

Čeprav se pridelovanje koruze nekoliko zmanjšuje, je koruza še vedno najbolj razširjena poljščina v premeni (31 %), od tega je koruze za silažo 23 %. Na 23,5 % hmeljišč v premeni prevladujeta ozimna pšenica in ječmen, manj je jarega ječmena in ovsa. Širjenje visokega fižola v premeni (20,5 %) je pomembno ne le zaradi izkoriščenosti hmeljarske žičnice, ampak ima ugoden vpliv na rodovitnost tal, priljubljenost domače populacije fižola sivček, iz katere so vzgojili sorto jabelski stročnik pa temelji na dohodku, ki ga prinaša vsakoletna prodaja zrnja. Fižol sadijo na štirinajstih kmetijah. Za visok fižol enako kot za hmelj napeljejo vrvico, po kateri se vzpenja 6 metrov visoko. Čeprav v rastni dobi fižola z njegovo oskrbo ni veliko dela, je spravilo zahtevno in zamudno. Stroke trgajo zvečine oktobra, odvisno od letine. Med kupci je cenjen predvsem zaradi kakovosti, povpraševanje po njem pa je navsezadnje vzrok za visoko ceno. Hmeljarjem ustreza tudi njegova pozna zrelost, ko je hmelj obran in koruza silirana.

Buče, sladkorna pesa, oljna ogrščica in zelje so le na redkih njivah v premeni, vendar pa skupaj zavzemajo 14,7 % njiv na hmeljiščih v premeni. Čeprav večina poljščin v premeni dopolnjuje krmo s travinja, so voluminozne večletne stročnice, same ali skupaj s travami, za zdaj najmanj razširjene (10,3 %).

Po zaprtju Sladkorne tovarne in prenehanju pridelave pese v premeni, je najprej kazalo, da jo bo nadomestila ogrščica, vendar se ogrščica za biodizel na hmeljarskih kmetijah ni uveljavila. Tudi zato je marsikatero hmeljišče v premeni zasajeno s koruzo, ki je pomemben vir krme za domače živali. Olnice pridelujejo le na treh kmetijah. Ozimno oljno ogrščico sejejo v premeni za podor le na eni kmetiji, drugače je ozimna oljna ogrščica bolj pogosta v nasadih hmelja za setev med vrstami (podorina). Buče za stiskanje olja (iz semen) pridelujejo na dveh kmetijah, plodove pa pokrmijo tudi živalim. Višek olja prodajo. Na eni od kmetij so se lotili luščenja bučnih semen, ki jih sveža in pražena prodajo.

S karantensko premeno v hmeljiščih so seznanjeni vsi kmetje, izvajajo pa jo na trinajstih kmetijah, to je na dobri polovici (59 %) vseh preučevanih kmetij. V karantenski premeni lahko pridelujejo samo ozkolistne rastline, zato je izbor rastlinskih vrst ozek. Na največ kmetijah pridelujejo strna žita (pšenico in ječmen), sledita koruza ter sejana trava.

4 Sklepi

Na podlagi analize anketnih vprašalnikov, izpolnjenih na dvaindvajsetih hmeljarskih kmetijah, smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Glede izboljšanja rodovitnosti tal po večletnem nasadu hmelja namenijo hmeljarji v zadnjih letih večjo pozornost premeni. Samo na eni anketirani kmetiji je bila premena enoletna, na štirinajstih kmetijah naredijo dveletno premeno, na sedmih je triletna.
- Vrsta poljščine v premeni je odvisna bodisi od načina in ciljev pridelave ter okoljskih zahtev. Kljub dejstvu, da koruza kot okopavina ni najbolj primerna za setev v premeni, je zaradi reje domačih živali po pogostosti setve še vedno na prvem mestu. Predpostavljamo, da je koruza v premeni veliko bolj varna pred širjenjem koruznega hrošča v primerjavi s koruzo na njivah izven hmeljišč.
- Iz leta v leto se povečuje obseg pridelave visokega fižola sorte sivček, s katerim izkoristijo žičnico, sočasno pa se poveča v tleh vsebnost iz zraka vezanega dušika v tleh. Beljakovinska krma za živali bi lahko bila tudi krmni grah vitičar (*Pisum sativum* L.var.

arvense) in soja (*Glycine max* L. Merrill), vendar za zdaj zanju ni zanimanja. Med vzroki so težave s tehnologijo pridelave obeh drugod po Sloveniji, bojazen rejcev pred slabo ješčnostjo pri živalih in druge. V premeni so dobro zastopana žita (ječmen in pšenica), ki jih večino pokrmijo; koševin (lucerna, DTM, trava) je za polovico manj. Verjetno je razlog tudi v tem, da koševine privabijo veliko talnih škodljivcev, med njimi voluharja, ki po zasaditvi zemljišča s hmeljem ostane v tleh in v številnih primerih močno uniči nasad z objedanjem korenike hmelja.

- Strokovnjaki na 44. seminarju o hmeljarstvu leta 2007 so razmišljali o ozimni oljni ogrščici (*Brassica napus* L. var. *napus*) kot ugodnem posevku v premeni, vendar kaže, da se pridelovanje semena oljne ogrščice za biodizel na hmeljarskih kmetijah ne bo pomembno razširilo. Hmeljarji, ki ugotavljajo pozitiven vpliv setve ogrščice med vrstami, jo bodo verjetno v prihodnje še sejali proti plevelom, eroziji in navsezadnje za podor (Ur. l. RS št. 18/07 in 124/07).
- Od leta 2003, ko so se na večini kmetij vključili v ukrep integriranega poljedelstva S(KOP), se vendarle izboljšuje izbor poljščin v premeni. Pred tem so namreč v premeni sejali predvsem koruzo, ki je še dodatno izčrpala in zbila tla, sedaj pa se zaradi okoljskih ukrepov odločajo tudi za setev detelj, deteljno-travnih mešanic, fižola, žit in trav.
- Trajanje karantenske premene je najmanj štiri leta, vendar so kmetje omejeni pri izboru poljščin, ki jih lahko sejejo. Anketa je pokazala, da v njej prevladujejo strna žita, na drugem mestu je koroza, na zadnjem pa trave in travne mešanice.

5 Literatura

- Čerenak, A., Dolinar, M., Rak, M. 1999. Izolacija in identifikacija povzročiteljic hmeljeve uvelosti (*Verticillium albo-atrum* Reinke & Berthold in *Verticillium dahliae* Klebahn). Hmeljar, 3-4: 37-38
- Friškovec I., Škerbot I. 2007. Oljna ogrščica kot posevek v premeni. V: 44. seminar o hmeljarstvu, Žalec, 16. feb. 2007. Žalec, IHPS: 11
- Friškovec, I., Zmrzlak, M., Knapič, M. 2002. Zasnova novega nasada. V: Priročnik za hmeljarje. Majer D. (ur.). Žalec, IHPS: 137-145
- Kocjan Ačko, D. 1992. Kolobar. V: Kmetijski priročnik, ČZD Kmečki glas: 116-127
- Kocjan Ačko, D. 2002. Mikrobiologija tal in kolobar. Sklop 6: Sonaravno kmetijstvo in gozdarstvo. V: Svetovanje v kmetijstvu in gozdarstvu: 8 s.
- Kocjan Ačko, D. 2004. Izročilo prednikov predaleč, lastnih izkušenj premalo. Sodobno kmetijstvo, 4: 37-39

Kocjan Ačko, D., Lipovec, N. 2006. Kolobar kot temeljni ukrep omejevanja škode zaradi koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte). Novi izzivi v poljedelstvu 2006, Zbornik simpozija, Slovensko agronomsko društvo, Rogaška Slatina: 123-129

Oset, F. 1991. Hmeljni kolobar. Hmeljar, 61 avgust: 34

Pravilnik fitosanitarnih ukrepov za preprečevanje širjenja koruznega hrošča. Ur. l. RS, št. 21/2004 in št. 106/2006

[Program razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007-2013](#). 2006. MKGP, 320 s.

Uredba o plačilih za kmetijsko okoljske ukrepe iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije 2004-2006 v letih 2007-2010. Ur. l. RS, št. [19/07](#) in [124/07](#)

Radišek, S., Leskošek, G., Žveplan, S., Zmrzlak, M., Knapič, V. 2006. Hmeljeva uvelost v slovenskih hmeljiščih. Žalec, IHPS, Oddelek za varstvo rastlin: 19-20

Rožič Plazovnik, M. 2008. Krmne poljščine v slovenskih hmeljiščih v premeni. Dipl. delo. Mentorica: Darja Kocjan Ačko, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, 52 s.

Slovar slovenskega knjižnega jezika. 1993. Ljubljana, Državna založba Slovenije: 1000

Statistični letopis Republike Slovenije 2007. Statistični urad republike Slovenije, Ljubljana: 294

- Statistične informacije. Kmetijstvo in ribištvo. 2008. Statistični urad republike Slovenije, Ljubljana: št. 14-15
- Sadar, V. 1961. Poljski kolobar in kolobarjenje. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za agronomijo, gozdarstvo in veterinarstvo, 104 s.
- Spanring, J. 1959. Pregled poljščin in predlog nekaterih kolobarjev za Slovenijo. Kmetijski inštitut Slovenije, 24 s.
- Tehnološka navodila za integrirano pridelavo poljščin. 2008. MKGP: 43-49
- Veronek, M. 1997. Premena hmelj za hmeljem kot včasih. Hmeljar, 1-2: 15-17
- Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin. Ur. l. RS št. 45-4990/01

Novi izzivi gensko spremenjenih rastlin

Jana ŽEL¹³

Izvleček

Gensko spremenjene rastline (GSR) pomenijo poseben izziv, tako z zakonodajnega kot znanstvenega stališča ter vidika mnenja javnosti. Gensko spremenjene rastline, ki so na tržišču, imajo posamezne nove lastnosti in so namenjene večinoma pridelovalcem. Razvoj poteka v smer novih GSR, ki nosijo več lastnosti, združenih v eni rastlini ter nove lastnosti, ki so namenjene tudi potrošnikom in industriji iz različnih področij. Tudi način razvijanja novih GSR se spreminja, med njimi so tudi GSR, ki so spremenjene s pomočjo genskih elementov, ki izhajajo le iz rastlin, s katerimi se lahko križajo že po klasični poti. V prispevku je obravnavana problematika omenjenih rastlin, vključno vidik presoje tveganja v postopku pridobivanja dovoljenja za trženje ter sledenja teh rastlin pri nadaljni uporabi.

Ključne besede: gensko spremenjene rastline, cisgene rastline, nalaganje genov, določanje GSO

New challenges of genetically modified plants

Jana ŽEL¹⁴

Abstract

Genetically modified plants (GMP) present a special challenge from a regulatory and scientific point of view, as well as from point of view of public opinion. Genetically modified plants currently present on the market contain only one newly introduced quality which is usually mostly important to farmers. Development is directed to GMP with stacked genes, having more than one new quality in only one plant. New qualities introduced into plants are also directed at the consumers and different industries. The approaches of plant development are changing, among them is development of GMPs, that have been genetically modified using genes and regulatory elements exclusively from plants with which it can be crossed using classical breeding methods. In this paper the problem of the before mentioned plants, including aspects of risk assessment and traceability is addressed.

Key words: genetically modified plants, cisgenics, stack genes, detection of GMOs

1 Uvod

Soobstoj gensko spremenjenih rastlin (GSR), klasične in ekološke pridelave, kakor odobritve številnih gensko spremenjenih organizmov (GSO) za prehrano ljudi in živali so postale realna sedanjost v številnih državah po svetu (James, 2007). Zakonodaja posameznih držav predpisuje različno natančnost sledenja GSO v pridelovalni in prehranski verigi od polja do naših ust (Gruere and Rao, 2007). Trenutno so gensko spremenjene rastline namenjene predvsem lažjemu pridelovanju, imajo lastnosti, kot so odpornost proti novejših herbicidom, odpornost proti škodljivim žuželkam, odpornost proti virusom in izjemoma še nekatere druge lastnosti. V prihodnosti lahko pričakujemo več GSO z različnimi lastnostmi skupaj v

¹³ prof.dr., Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, e-pošta: jana.zel@nib.si

¹⁴ prof.dr., National institute of Biology, Večna pot 111, 1000 Ljubljana, e-pošta: jana.zel@nib.si

posamezni rastlini, številne druge vnešene lastnosti, drug način razvijanja teh rastlin, drugačne presoje tveganja in tudi njihovo sledenje v prehranskih verigah. Poglejmo, kaj to pomeni.

2 Gensko spremenjene rastline v bližnji prihodnosti

2.1 GSO z naloženimi geni oziroma več spremenjenimi lastnostmi

GSR, ki so odobrene za trženje, zlasti v Evropski skupnosti (ES), nosijo le posamezne dodane lastnosti, kot so odpornost na nove herbicide ali odpornost na nekatere škodljivce npr. koruzno večšo. Večina GSR, za katere trenutno poteka postopek odobritve v Evropski skupnosti, so GSR, ki nosijo več vnešenih lastnosti združenih v eni rastlini. Evropski urad za prehrano (European Food Safety Authority) je izdal vodila za presojo tveganja teh rastlin. Presoja tveganja za prehrano človeka in živali ter za okolje je v ES namreč del uradnega postopka odobritve GSO za trženje. Vanj so vključene vse države članice, kakor tudi javnost. GSO z naloženimi geni predstavljajo novo izkušnjo, ki ji je potrebno posvetiti dodatno pozornost.

Tudi z vidika določanja GSR v prehranski verigi je potrebno poudariti, da obstojajo metode, ki določajo posamezne genske elemente, ne morejo pa ločiti med prisotnostjo večih GSR s posameznimi spremenjenimi lastnostmi in GSR, ki nosi več naloženih genov skupaj (Holst-Jensen, A. S sod. 2006). V praksi to pomeni, da se lahko npr. določi prisotnost MON 810 in NK 603 koruze, ne ve pa se, ali ta izhaja iz prisotnosti dveh različnih koruz (MON 810 in NK 603) ali pa iz ene GSR, ki je npr. križanec obeh (MON 810 x NK 603). Pri določanju količine vsebnosti takih GSO je vsebnost lahko precenjena, ker se določa vedno v razmerju glede na vsebnost gena specifičnega za posamezno rastlino.

V razvoju so že GSR, ki nosijo 11 različnih genskih elementov, kot je npr. krompir NewLeaf Plus®, podjetja Monsanto, je odporen na koloradskega hrošča in na virus zvijanja listov krompirja (Rommens, 2004).

2.2 Cisgene rastline

GSR so se do sedaj razvijale tako, da se je uporabljalo genske elemente iz različnih virov, večinoma iz mikroorganizmov (virusov, bakterij), nekatere tudi iz rastlin. V raziskavah pa so rastline, ki so gensko spremenjene tako, da se uporabijo geni in regulatorni elementi le iz rastlin, ki se lahko križajo med seboj tudi s klasičnim križanjem. Imenujejo se cisgene rastline (cisgenics ali intragenics) (Conner et al, 2007, Schouten et al, 2006a, Schouten et al, 2006b).

Kako se bo te rastline obravnavalo glede na zakonodajo, kako bo potekala presoja teh rastlin ter metode, ki bodo omogočale njihovo določanje so še v diskusijah. Vredno je omeniti, da pojmovanje, kaj je GSO, tudi sedaj ni enako v vseh državah. V Kanadi kot GSO obravnavajo tudi rastline, ki so spremenjene z enim od klasičnih načinov žlahtnenja rastlin - mutagenezo rastlin, pri kateri se s pomočjo sevanja ali kemičnih agensov vpliva na genom tako, da pride do naključnih sprememb. Med njimi se izbira tiste, ki nosijo zanimive nove lastnosti. To je razvidno tudi iz kanadske podatkovne baze o GSO (<http://www.agbios.com/dbase.php>).

2.3 GSO z novimi lastnostmi

Trenutno so GSR namenjene predvsem lažjemu pridelovanju, naslednje generacije pa so usmerjene bolj na potrošnika. Poleg že obstoječih, za gojenje kulturnih rastlin v problematičnih pridelovalnih področjih, podnebne spremembe dodajajo posebno vrednost razvoju rastlin, ki bodo primerne za gojenje v sušnih področjih in področjih s povečano slanostjo.

Razvijajo tudi rastline s spremenjeno prehransko vrednostjo, kot je spremenjeno razmerje med nasičenimi in nenasičenimi maščobnimi kislinami, različnimi razmerji amilaze in amilopektina v škrobu, kar je pomembno tako iz prehranskega kot industrijskega vidika njegove uporabe, rastline s povečano vsebnostjo vitaminov ipd. (Newell-McGloughlin, 2008). Veliko področje raziskav so tudi rastline za proizvodnjo snovi, pomembnih v zdravstvu, kot so cepiva, protitelesa in zdravila. Gojenje rastlin je v primerjavi z obstoječimi sistemi poceni, poleg tega so rastline višji organizmi in včasih proizvodnja ni možna v bakterijah ali kvasovkah, kar so trenutno glavni proizvodni sistemi (Liénard D. s sod, 2007). Veliko raziskav je posvečenih tudi spremembi lastnosti dreves, ki se uporabljajo za proizvodnjo v različnih industrijah, npr. za papirno industrijo. Posebno področje je spremenjanje rastlin zaradi bolj učinkovitega pridobivanja biogoriv.

3 Informiranje javnosti

GSO so predmet številnih diskusij, celo predmet političnih strank in zanimiva tema za medije. Zelo pomembna je sprotna informiranost javnosti in razumevanje, kaj GSO so, kaj lahko nudijo, kakšne so njihove potencialne prednosti in slabosti, da odločitev posameznika o njihovi sprejemljivosti ali nespremenljivosti temelji na verodostojni informiranosti. Pomembna je tudi informiranost o stanju odobritev GSO v posameznih državah. Trenutno je na voljo veliko internetnih virov, ki omogočajo sledenje GSO. Naštevam nekatere:

3.1 Svet

<http://www.cbd.int/biosafety/background.shtml> - Cartagenski protokol o biovarnosti – Posredovalnica informacij o biološki varnosti (Biosafety clearing house (BCH).

<http://www.isaaa.org/kc/bin/briefs34/pk/index.htm> -International Service for Aquisition of Agri-biotech Aplications vsako leto objavi zbirne podatke o sajenju gensko spremenjenih rastlin po svetu.

<http://www.agbios.com/dbase.php?action=Synopsis> – Kanadska podatkovna baza Agbios - gensko spremenjene rastline dovoljene za komercialno uporabo v svetu.

<http://www.nbiap.vt.edu/cfdocs/globalfieldtests.cfm> - Poljski poskusi za svet.

<http://www.isb.vt.edu/cfdocs/isbtables2.cfm?tvar=2> - Odobrene vloge po podjetjih.

3.2 Evropska skupnost

http://ec.europa.eu/food/food/biotechnology/gmfood/index_en.htm - ES stran z informacijami o zakonodaji in odobrenih GSO.

http://europa.eu.int/comm/food/dyna/gm_register/index_en.cfm - Odobreni gensko spremenjeni organizmi glede na EC 1829/03 (hrana in krma).

<http://gmoinfo.jrc.it/> - Za sproščanje v okolje glede na EC 2001/18.

http://europa.eu.int/comm/food/food/biotechnology/gmfood/tolerance_en.htm - Zakonodaja, ki ureja označevanje gensko spremenjene hrane in krme določa označevanje izdelkov s prisotnostjo več kot 0,9 odstotka GSO, za nekatere izjemoma 0,5 odstotka GSO.

<http://gmo-crl.jrc.it/statusofdoss.htm> - Stran referenčnega laboratorija skupnosti (Community Reference Laboratory), za katerega je imenovan Joint Research Centre v Ispri. Predlagatelji gensko spremenjenega organizma, morajo preden je dovoljen na tržišču zagotoviti tudi metodo določanja. Za preverjanje primernosti metode je pristojen CRL - na njihovi internetni strani so podatki o GSO, ki se potencialno lahko pojavijo na tržišču Evropske skupnosti. Tudi informacije o nedovoljenih GSO, ki so se pojavile na tržišču ES.

<http://engl.jrc.it/> - stran Evropske mreže laboratorijev, ki določajo GSO (ENGL).

odstotka - Poljski poskusi v ES.

<http://www.gmo-compass.org/eng/news/352.docu.html> - Uporabniku prijazna stran z informacijami o GSO v ES.

3.3. Slovenija

<http://www.biotechnology-gmo.gov.si/> - slovenski portal biološke varnosti - informacije o gensko spremenjenih organizmih v Sloveniji ter povezave na druge strani.

4 Zaključek

GSO v zadnjih dveh desetletjih predstavljajo enega večjih izzivov sodobne kmetijske pridelave s številnimi vprašanji, ki potrebujejo svoje odgovore. V razvoju so novi GSO, ki prinašajo nova vprašanja. Kakšni bodo odgovori, je odvisno od vseh nas, zakonodajalcev, strokovnjakov in javnosti. Tako kot vsaka druga tehnologija, bodo tudi gensko spremenjene rastline sčasoma našle svoje pravo mesto.

5 Literatura

- Conner, A.J.; Barrell, P.J.; Baldwin, S.J.; Lokerse, A.S.; Cooper, P.A.; Erasmuson, A.K.; Nap, J.-P.; and Jacobs, J.M.E. 2007. Intragenic vectors for gene transfer with foreign DNA. *Euphytica*, 154: 341-353
- Gruere, G.P. and Rao, S.R. 2007. A review of international labeling policies of genetically modified food to evaluate India's proposed rule. *AgBioForum*, 10: 51-64
- Holst-Jensen, A.; De Loose, M.; and Van den Eede, G. 2006. Coherence between Legal Requirements and Approaches for Detection of Genetically Modified Organisms (GMOs) and Their Derived Products. *J. Agric. Food Chem.*, 54, 8: 2799-2809
- James, C. 2007. Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops The International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA). ISAAA Brief No 37. The International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (ISAAA), Ithaca, NY
- Liénard, D.; Sourrouille, C.; Gomorda, V. and Faye, L. 2007. Pharming and transgenic plants. *Biotechnology Annual Review*, 13: 115-147
- Newell-McGloughlin, M. 2008. Nutritionally Improved Agricultural Crops. *Plant Physiology*, July, 147: 939-953
- Rommens, C. 2004. All-Native Plant DNA Transformation, ISBNews Report, december: 8-10
- Schouten, H.J.; Krens, F.A.; and Jacobsen, E. 2006a. Do cisgenic plants warrant less stringent oversight? *Nat Biotechnol*, 24: 753
- Schouten, H.J.; Krens, F.A.; and Jacobsen, E. 2006b. Cisgenic plants are similar to traditionally bred plants. *EMBO Reports* 7: 750-753

Izdelava ocene tveganja za nenamerno sproščanje gensko spremenjene oljne ogrščice in okoljski monitoring

Jelka Šuštar-Vozlič¹⁵, Barbara Pipan¹⁶, Janko Verbič¹⁷, Marko Maras¹⁸, Katarina Rudolf Piliš¹⁹, Katja Rostohar⁶, Vladimir Meglič⁷

Izvleček

Oljna ogrščica (*Brassica napus* var. *napus* L.) je najpomembnejša oljnica zmernega klimatskega pasu, ki je uporabna tako za hrano in krmo kot tudi za energetske namene (biodisel). Pridelava oljne ogrščice v Sloveniji strmo narašča po letu 2004, kar je posledica prilagajanja tržnemu redu EU. V EU tržno ne pridelujejo gensko spremenjenih (GS) sort oljne ogrščice, v Sloveniji do sedaj tudi še ni bilo nobenega poskusa z GS oljno ogrščico. V primeru sproščanja gensko spremenjene oljne ogrščice v okolje lahko rastline, ki se nahajajo ob transportnih poteh ali ob robovih njiv (samosevne populacije in podivjane rastline), predstavljajo nevarnost za prenos genov. Nenadzorovan prenos genov med posevki, podivjanimi populacijami, samosevnimi rastlinami, spolno kompatibilnimi divjimi sorodniki in gensko spremenjenimi rastlinami oljne ogrščice bi imelo tudi v slovenskih razmerah močan vpliv na sortno čistost (semenskih) posevkov in na kvaliteto pridelanega zrnja. Glede na to je smiselno izvajati vsakoletni monitoring za določanje nenamerne prisotnosti gensko spremenjene oljne ogrščice.

Ključne besede: oljna ogrščica (*Brassica napus* var. *napus* L.), gensko spremenjeni organizmi, okoljski monitoring

Risk assessment of unintentional release of genetically modified oilseed rape and environmental monitoring

Abstract

Oilseed rape (*Brassica napus* var. *napus* L.) is the major oil plant of moderate climate zone for human consumption and is used as biofuel (biodisel) as well. Production of oilseed rape in Slovenia has been increasing precipitously since 2004 on, due to the adjustment of EU market organisation. In EU there is no commercial cultivation of genetically modified (GM) oilseed rape varieties; in Slovenia there has been no field trials yet with GM oilseed rape. Within the framework of the introduction of genetically modified oilseed rape into the environment, the oil seed rape populations localized in field margins (i. e. feral populations and volunteer plants) are likely to rise problems of uncontrolled gene flow. The gene flow between cultivated plants, feral populations, volunteer plants or other cross-compatible plants along with GM oilseed rape varieties in the case of coexistence had and will have important impact on Slovenian oilseed rape cultivation. Therefore monitoring and evaluation of risk assessment for unintentional release of GM oilseed rape is necessary.

Key words: oilseed rape (*Brassica napus* var. *napus* L.), genetically modified organisms, environmental monitoring

¹⁵ Doc. dr. Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: jelka.vozlic@kis.si

¹⁶ Univ. dipl. inž., prav tam, e-pošta: barbara.pipan@kis.si

¹⁷ Univ. dipl. inž., prav tam, e-pošta: janko.verbic@kis.si

¹⁸ Dr., prav tam, e-pošta: marko.maras@kis.si

¹⁹ Dr., prav tam, e-pošta: katarina.rudolf@kis.si

⁶ Prof. mat. in biol., prav tam, e-pošta: katarina.rudolf@kis.si

⁷ Doc. dr., prav tam, e-pošta: vladimir.meglic@kis.si

1 Uvod

V pretežnem delu Slovenije rastne in podnebne razmere omogočajo uspešno pridelavo oljne ogrščice, kar sicer ne velja za večino drugih oljnic. V letih 1984-1994 je bila oljna ogrščica najpomembnejša oljnica v Sloveniji, po letu 1994 pa je njena pridelava zaradi neurejenih cenovnih razmer med tržnimi poljščinami in zaradi konca organizirane pridelave in odkupa za desetletje skoraj popolnoma zamrla (Meglič in sod., 2005). Zaradi prilagajanja tržnemu redu EU (neposredna plačila, obvezna praha, kolobar) in možnosti pridelave kot energetske rastline (biodiesel in olje za pogon motorjev) pa v zadnjih letih obseg pridelave močno narašča. V Sloveniji se je v letu 2005 oljna ogrščica pridelovala na 2350 ha površin, od tega na ca.1300 ha znotraj desetih podjetij in na 1050 ha pri ostalih pridelovalcih (Šuštar-Vozlič in sod., 2006). Leta 2006 so bile površine, posejane z oljno ogrščico, kar za 19 % višje kot leto prej, saj se je le ta pridelovala na 3086 ha površin (SURSTAT, 2008). Vzrok za zadnje povečanje obsega pridelave je tudi izgradnja domačih predelovalnih kapacitet in s tem povezana pogodbeno pridelava. Glede na Direktivo 2003/30/ES, po kateri se obvezujemo, da bomo do leta 2010 zagotovili 5,75 % biogoriv v strukturi goriv v prometu, pričakujemo nadaljnje večanje pridelave oljne ogrščice v biodieselu.

Oljna ogrščica (*Brassica napus* var. *napus* L.) je samoprašna rastlinska vrsta, vendar ob ugodnih pogojih lahko pride do križanja z drugimi sortami oljne ogrščice (odvisno od sorte je delež tujeprašnosti lahko od 5-30 %) (Rakow in Woods, 1987). Uspešna oplodnja je možna tudi z drugimi vrstami iz rodu križnic (*Brassica*). Zaradi fizikalnih lastnosti semena se ta ob spravilu, pri dodelavi, predelavi in transportu zelo lahko nenadzorovano izgublja. Izgubljeno seme ostane v tleh kalivo več let in v času vegetacije v naslednjih letih s svojo prisotnostjo predstavlja opraševalni vir (samosevci). V naravnih habitatih lahko tako pride do prenosa genov med podivjanimi populacijami (rastline zunaj pridelovalnih površin, ki izvirajo iz izgub semena) ter kultiviranimi vrstami oljne ogrščice in njenimi sorodniki. Posledice takih križanj lahko vplivajo na agrobiodiverziteti in na zmanjševanje sortne čistosti posevkov, posredno pa tudi na kakovost proizvodov oljne ogrščice (jedilnih rastlinskih olj).

Uvajanje gensko spremenjenih organizmov v kmetijsko prakso bo lahko vplivalo na spremembe v agroekosistemu, njihova prisotnost pa lahko vpliva na rast ostalih poljščin in povzroči pojavnost transgenih rastlin izven pridelovalnih površin kot podivjane populacije v naslednjih letih (Hails et al., 2002; Hancock et al., 1996). To pa lahko vodi do sprememb v vrstnih značilnostih rastlin vzdolž transportnih poti in posredno do genetske nečistosti pridelanih posevkov (Hancock et al., 1996).

V Evropski uniji so za hrano in krmo že dovoljene nekatere linije gensko spremenjene oljne ogrščice, prav tako potekajo poljski poskusi z gensko spremenjeno oljno ogrščico, za tržno pridelovanje pa gensko spremenjena oljna ogrščica v EU ni dovoljena.

2 Možnosti sproščanja oljne ogrščice v okolje

V Sloveniji lahko prihaja do križanja oljne ogrščice z drugimi sortami oljne ogrščice kot tudi z drugimi vrstami iz družine križnic: krmno ogrščico (*Brassica napus* var. *napus* L.), oljno repico (*Brassica rapa* var. *silvestris*), strniščno repo (*Brassica rapa* L. var. *rapa*), podzemno kolerabo (*Brassica napus* L. var. *napobrassica*), njivsko redkvijo (*Raphanus raphanistrum*), sivo gorčico (*Hirschfeldia incana*) in z rjavo gorjušico (*Brassica juncea*) (Meglič in sod., 2005). Križanje je možno tudi z vrstami *Brassica juncea*, *Brassica oleracea*, *Brassica nigra*, *Diplotaxis erucoides*, *Diplotaxis muralis*, *Sinapis alba*, *Sinapis arvensis*, *Diplotaxis tenuifolia*, *Rapistrum rugosum* in *Raphanus sativus* (Stace, 1997). Prisotnost drugih vrst v pridelovalnih razmerah lahko omogoči prenos genov iz nekultiviranih oblik v gojene rastline oljne ogrščice in obratno. Tuja oprašitev je največja na robovih parcel in se po nekaj deset metrih močno

zniža, kljub temu pa oprasitev na večje razdalje ni izključena. Tuja oprasitev na večje razdalje je pogostejša v primerih, ko v okolici donorske rastline/posevka ni drugih cvetočih rastlin. Na delež tujeprašnosti zelo pomembno vpliva tudi številčno razmerje (obseg rasti) med donorskimi rastlinami in prejemniki (Squire et al, 2003).

Velik problem nenadzorovanega križanja predstavljata samosevna oljna ogrščica (rastline oljne ogrščice znotraj pridelovalnih površin, kjer se je le-ta pridelovala v preteklem letu) in podivjana oljna ogrščica (rastline oljne ogrščice izven pridelovalnih površin), ki izvira iz izgub semena ali nenadzorovanega raztrosa v tekočem ali preteklih letih. Slednje rastejo predvsem ob obrobjih njiv, na obmejkih, ob poljskih poteh, železnicah, jarkih in ob ostali cestni infrastrukturi.

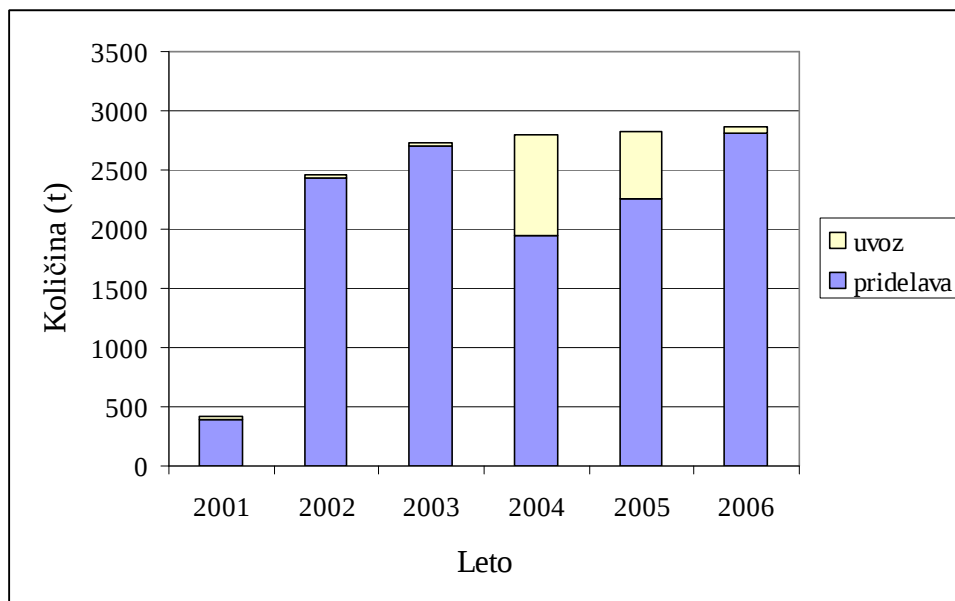
V primeru nenamerne prisotnosti GS (gensko spremenjenih) rastlin v okolju pride do prenosa genov med GS in ne GS rastlinami oljne ogrščice.

2.1 PRIDELOVANJE IN UVOZ OLJNE OGRŠČICE V SLOVENIJI

Pridelava oljne ogrščice se v zadnjih letih v slovenskem kmetijstvu močno uveljavlja, saj predstavlja pomemben člen v rastlinski predelovalni industriji, predvsem pri proizvodnji biogoriv in v lipokemiji, kot tudi v proizvodnji visoko kvalitetnih jedilnih rastlinskih olj z uravnoteženo maščobno-kislinsko sestavo ter veliko vsebnostjo vitamina E. Oljna ogrščica je tipična industrijska rastlina, pridelek se uporablja izključno kot surovina za predelavo ter se praviloma prideluje pri znanih pridelovalcih (sklenjene pogodbe o pridelavi). Glede na predhodna leta se je po letu 2001 obseg pridelave oljne ogrščice v Sloveniji zelo povečal. Vzrok za povečanje pridelave je bil poleg neposrednih plačil in obvezne praha tudi izgradnja domačih predelovalnih kapacitet in s tem povezana pogodbeni pridelava. V obdobju 2002-2006 smo tako v Sloveniji na leto povprečno pridelali okrog 5000 t zrnja oljne ogrščice na površini 2400-2800 ha (Preglednica 1, Slika 1). Manjši delež zrnja vsako leto tudi uvozimo, vendar je ta tako majhen, da je v nekaterih letih celo zanemarljiv. Najpomembnejše države, iz katerih smo v obdobju 2001-2006 uvažali zrnje, so Madžarska, Hrvaška in Avstrija (97 % vsega uvoza). Te države niso pridelovalke GS oljne ogrščice. V obdobju 2001-2003 je bil zabeležen manjši uvoz (skupno 880 kg zrnja) iz Kanade, kot edine neevropske države uvoznice in hkrati pridelovalke GS oljne ogrščice.

Preglednica 1: Pridelava zrnja oljne ogrščice v Sloveniji in skupne količine ter deleži uvoza v letih 2001 do 2006.

Domača pridelava	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Površina (ha)	398	2433	2705	1945	2260	2809
Pridelek - skupaj (t)	1156	5179	4831	5418	5352	4991
Pridelek na ha (t/ha)	2,9	2,1	1,8	2,8	2,4	1,8
Uvoz (t)	10	14	9	812	507	8
delež uvoza (%)	0,8	0,3	0,2	15	9,5	0,2

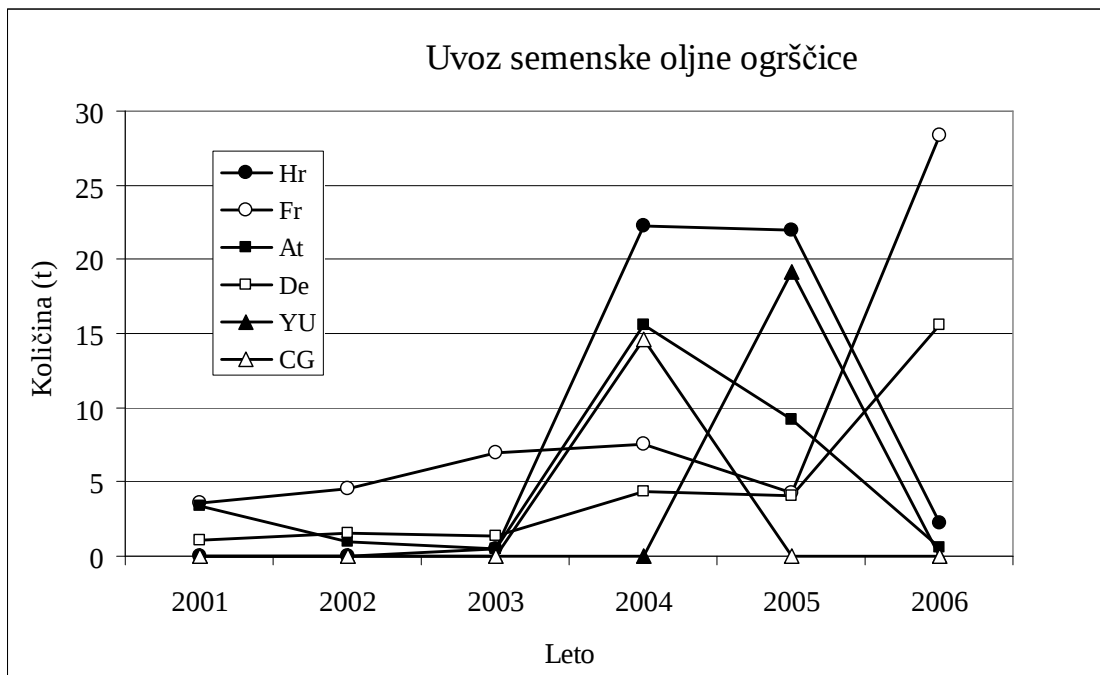


Slika 1: Količina pridelanega in uvoženega zrnja (t) oljne ogrščice v obdobju 2001-2006.
(Vir: Šuštar-Vozlič in sod., 2006).

V jeseni 2006 so pridelovalci oljne ogrščice posejali 5374 ha površin s to oljnico, kar je bilo za 74,3 % več kot leto prej in skoraj trikrat več kot v jesenski setvi pred petimi leti. V letu 2008 pa je bilo po podatkih Statističnega urada RS z oljno ogrščico posejanih spet manj površin (4395 ha), 82 % glede na predhodno leto; pridelek je bil manjši za 33,3 % (SURS, Zgodnja ocena površin, julij, avgust 2008). Eden od razlogov za zmanjšanje površin v letu 2008 je gotovo ukinitve obvezne prahe v EU zaradi zmanjšanih zalog hrane, vplivale pa so tudi nižje cene pridelka v letu 2007.

Z oljno ogrščico je v Sloveniji posajenih okrog 3 % njiv. Razvojni cilj slovenskega kmetijstva je povečati oljnice na 10 % njiv. To pomeni, da bi ob drugih oljnicah v Sloveniji lahko posejali oljno ogrščico na približno 13000 ha njiv. Vendar je pri napovedi obsega potrebna previdnost, saj je eden osnovnih pogojev za širitev pridelave predvsem ekonomika. Ob dobro organizirani pogodbeni pridelavi in predvsem ob ugodnih odkupnih cenah lahko pri najbolj optimističnem scenariju pričakuje ustalitev pridelave tudi pri 10000 ha (Šuštar-Vozlič in sod., 2007).

V Sloveniji že nekaj let ni semenske pridelave oljne ogrščice, zato se vse seme za pridelavo uvozi. Zadnja leta je bilo seme za setev uvoženo skoraj izključno iz drugih evropskih držav, predvsem Francije in Nemčije (Slika 2). Ker je za setev potrebna majhna količina semena (+/- 3 kg/ha), znašajo letne količine semena za setev v Sloveniji manj kot 20 t. Zelo povečan delež v nekaterih letih pomeni, da je šlo v teh primerih verjetno za nadaljnji izvoz semena v druge države.



Slika 2: Količine uvoza semenske oljne ogrščice (t) glede na posamezne države izvora v obdobju 2001–2006. (Vir: Šuštar-Vozlič in sod., 2006).

2.2 MOŽNOSTI SPROŠČANJA GENSKO SPREMENJENE OLJNE OGRŠČICE V OKOLJE V SLOVENIJI IN PREDLOG OKOLJSKEGA MONITORINGA

V Sloveniji do sedaj še ni bilo nobenega poskusa z gensko spremenjeno oljno ogrščico. V letu 2006 je bila izdelana študija 'Izdelava ocene tveganja za nenamerno sproščanje gensko spremenjene oljne ogrščice, koruze in krompirja v Sloveniji in izdelava predloga okoljskega monitoringa' (Šuštar-Vozlič in sod., 2006). Ugotovili smo, da je tudi v Sloveniji verjetnost sproščanja GS oljne ogrščice v okolje dokaj velika, saj transport oljne ogrščice poteka tudi po slovenskih cestah. Do sproščanja lahko pride zaradi majhnega in okroglega zrnja, ki se nenadzorovano izgublja pri transportu oz. ostaja na strojih in opremi v celi verigi od pridelave do predelave in je kasneje sposobno kalitve. Pomemben je tudi prenos cvetnega prahu na sosednje posevke in okoliške samosevne rastline. Izguba semena oljne ogrščice je zaradi načina pakiranja (uvoz poteka izključno v originalnih zaprtih vrečah) pri transportu do kmetijskih gospodarstev manj verjetna. Ena od možnih mest izgube semena so slabo tesnjene sejalnice in ostanki semena v sejalnici po setvi. Predlagan je bil naslednji monitoring, ki zajema seme in zrnje oljne ogrščice:

- kontrola sosednjih posevkov drugih sort oljne ogrščice,
- kontrola samosevni rastlin v okolici posevka,
- kontrola drugih posevkov predvsem ozimnih žit, ki so bila sejana z isto sejalnico,
- kontrola samosevni rastlin v posevkih, ki sledijo oljni ogrščici,
- cestno omrežje – kontrola samosevni rastlin ob celotnem cestnem omrežju na območjih z večjo koncentracijo pridelave in cestnem omrežju, ki vodijo do skladišč oz. predelave,
- kontrola samosevni rastlin v okolici skladišč in mest predelave.

Omenjena študija je bila podlaga za izvedbo monitoringa oljne ogrščice ob transportnih poteh v letu 2008.

3 Monitoring oljne ogrščice v letu 2008

V letu 2008 smo izvedli monitoring oljne ogrščice ob transportnih poteh, da bi ugotovili, če se po Sloveniji prevaža in med prevozom izgublja tudi gensko spremenjena oljna ogrščica, ki je v EU dovoljena za hrano in krmo. V ta namen smo oljno ogrščico vzorčili na 100 lokacijah vzdolž celotne transportne in tranzitne mreže po Sloveniji, kjer obstaja verjetnost, da bi prišlo do raztrosa tovara in s tem morebitnega nenamernega vnosa GS v okolje. Dodatno smo vzorčili tudi na lokacijah, kjer obstaja možnost pojavljanja samosevnih rastlin oljne ogrščice znotraj pridelovalnih površin ter na možnih lokacijah pojavljanja podivjanih populacij oljne ogrščice.

Za določanje prisotnosti GS oljne ogrščice smo uporabili validirane metode, ki jih uporabljamo v ISTA (International Seed Testing Association) akreditiranem semenskem laboratoriju. Vzorce smo analizirali na štiri presejalne genske elemente (bar, EPSPS, p35S in tNOS), ki jih vsebujejo v EU dovoljene GS oljne ogrščice. Rezultati analize prisotnosti gensko spremenjene oljne ogrščice z metodo polimerazne verižne reakcije v realnem času so bili za vse analizirane vzorce negativni. To pomeni, da vseh 100 analiziranih vzorcev ni vsebovalo gensko spremenjene oljne ogrščice, ki je v Evropi dovoljena za hrano in krmo oziroma gensko spremenjene oljne ogrščice, ki vsebuje enega ali več analiziranih genskih elementov.

4 Sklepi

V Sloveniji v zadnjih letih narašča pridelovanje oljne ogrščice, nekaj oljne ogrščice tudi uvozimo. Zaradi fizikalnih lastnosti semena oljne ogrščice se le-ta ob transportu, pridelavi in predelavi lahko nenadzorovano sprošča v okolje in tako predstavlja vir križanja z drugimi sortami oljne ogrščice, kot tudi z drugimi vrstami iz družine križnic, ki rastejo oziroma jih pridelujemo v Sloveniji. Vir nenadzorovanega križanja predstavljajo tudi samosevne rastline oljne ogrščice.

Zaradi navedenega in glede na rezultate monitoringa v nekaterih drugih državah, kjer so določili gensko spremenjeno oljno ogrščico, kljub temu da je ne pridelujejo, menimo, da je tudi v Sloveniji smiselno izvajati vsakoletni monitoring za določanje nenamerne prisotnosti gensko spremenjene oljne ogrščice ob transportnih poteh kot tudi monitoring pridelave ter samosevnih in podivjanih rastlin oljne ogrščice.

5 Zahvala

Raziskava je bila financirana s strani Ministrstva za okolje in prostor RS (št. pogodbe: 2511-06-200792), monitoring v letu 2008 pa je financiralo Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS (št. pogodbe: 2311-08-00152).

6 Literatura

- Hails, R.S., Hodgson, D.J., Fenlon, J., Crawley, M.J., Bullock, J.M., 2002. Developing protocols to assess the invasive potential of brassicas. In: Proceedings of the XXI International Biometric Conference, Germany, pp. 366–385.
- Hancock, J.F., Grumet, R., Hokanson, S.C., 1996. The opportunity for escape of engineered genes from transgenic crops. *HortScience* 31, 1080–1085.

- Meglič, V., Šuštar Vozlič, J., Čergan, Z., Zagorc, B. 2005. *Sobivanje ali koeksistenca gensko spremenjenih rastlin s konvencionalno in biološko pridelavo*, (Raziskave in študije, 80). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 63 str., ISBN 961-6505-09-2.
- Meglič, V., Čergan, Z., Dolničar, P., Kozjak, P., Šuštar Vozlič, J., Ugrinović, K., Verbič, J., Vrščaj, B., Zemljič, A. 2005a. *Soobstoj in ohranjanje biotske raznovrstnosti v kmetijstvu (agrobiodiverzitete): specifične tehnologije pridelovanja in ohranjanje genskih virov kmetijskih rastlin : poročilo : številka pogodbe: 2511-05-2000090*, (KIS - Poročila o raziskovalnih nalogah, 309). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 1 zv.
- Rakow G., Woods D.L. 1987. Outcrossing in rape and mustard under Saskatchewan prairie conditions. Can. J. Plant Sci. 67: 147-151
- Squire GR, Begg GS, Askew M. 2003. The potential for oilseed rape feral (volunteer) weeds to cause impurities in later oilseed rape crops. Final report of the DEFRA project: Consequences for Agriculture of the Introduction of Genetically Modified Crops, RG0114
- Stace, C.A. 1997. *New Flora of the British Isles*. Second edition. Cambridge.
- Šuštar-Vozlič, J., Čergan, Z., Dolničar, P., Janhar, B., Meglič, V., Rostohar, K., Verbič, J. 2006. Izdelava ocene tveganja za nenamerno sproščanje gensko spremenjene oljne ogrščice, koruze in krompirja v Sloveniji in izdelava predloga okoljskega monitoringa. Poročilo o projektni nalogi za Ministrstvo za okolje in prostor, številka pogodbe: 2511-06-200792, (KIS - Poročila o raziskovalnih nalogah, 321). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 64 str.
- Šuštar-Vozlič, J., Čergan, Z., Dolničar, P., Pipan, B., Meglič, V., Pintar, M., Rutar, R., Verbič, J. 2007. Izdelava predloga za določanje pragov za označevanje prisotnosti gensko spremenjenega semena v drugem semenu. Poročilo o projektni nalogi za Ministrstvo za okolje in prostor, številka pogodbe: 2511-07-200162, (KIS - Poročila o raziskovalnih nalogah, 321). Ljubljana: Kmetijski inštitut Slovenije, 71 str.

Transgene in cisgene rastline

Zlata LUTHAR¹

¹ izr. prof. dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, zлата.luthar@bf.uni-lj.si

Izvleček

Transgene rastline imajo lahko vključen gen oziroma gene, ki izvirajo oziroma so bili transformirani v njihov genom iz različnih vrst. Znano je, da se lahko DNA iz drugih rastlinskih vrst vključi oziroma integrira v genom neke vrste po naravni poti. Poznan je prvi, še vedno pomemben medvrstni 'transgeni' križanec med pšenico in ržjo. Vendar se termin transgene rastline uporablja za rastline, katerih dedni zapis je bil spremenjen v laboratoriju z uporabo tehnologije rekombinantne DNA in imajo vključene gene iz drugih rastlinskih vrst, redkeje mikrobne ali živalske. Transgeni so geni, ki izvirajo iz drugih organizmov ali vrst, ki se med seboj ne križajo, so pa lahko zanimiv vir genetske variabilnosti za žlahtnjenje. Cisgene rastline so *in vitro* genetsko spremenjene z uporabo genov in njihovih regulatornih elementov, ki izključno izvirajo iz rastlin, ki se v naravi normalno križajo in so glede dednega zapisa podobne običajno požlahtnjenim rastlinam. Njihov genom vsebuje samo gene znotraj iste vrste ali kompatibilnih (divjih) vrst, ki se uporabljajo v žlahtnjenju. Cisgene rastline se v osnovi dednega zapisa razlikujejo od transgenih rastlin in bi bile lahko izvzete iz GSO zakonodaje oziroma regulirane s prilagojeno zakonodajo njihovim značilnostim.

Ključne besede: transgeni, cisgeni, obstoječe žlahtnjenje, tehnologija rekombinantne DNA, ocena tveganja, zakonodaja GSO

Transgenic and cisgenic plants

Abstract

Transgenic plants possess a gene or genes that have been transferred from a different species. Although DNA of another species can be integrated in a plant genome by natural processes. The first historically recorded interspecies 'transgenic' cereal hybrid was actually between wheat and rye. The term transgenic plants refer to plants created in a laboratory using recombinant DNA technology. The aim is to design plants with specific characteristics by artificial insertion of genes from other species or sometimes entirely different kingdoms (microbes, animals). Transgenes are genes originating from other organisms or non-crossable species, which is a new source of genetic variation for plant breeding. A cisgenic plant is a plant that has been genetically modified *in vitro* using genes and regulatory elements exclusively from plants to which it can be crossed by normal breeding. Cisgenic plants are similar to traditionally bred plants. Cisgenic plants contain only genes from within the same species or from sexually compatible (wild) species as used in traditional breeding. Cisgenic plants are fundamentally different from transgenic plants, and should therefore be treated differently under GMO regulations.

Key words: transgenes, cisgenes, traditional breeding, recombinant DNA technology, risk assessment, GSO regulations

1 Gensko spremenjeni organizmi - rastline (GSO - R)

GSO so organizmi, ki imajo *in vitro* s pomočjo genskega inženiringa oziroma tehnologije rekombinantne DNA spremenjen dedni zapis. Skozi desetisoče let v evoluciji so se organizmi gensko spreminjali. Za razliko od tega naravnega spreminjanja, lahko s pomočjo genskega inženiringa s pomočjo laboratorijskih metod spremenimo dedni zapis drugače, kot bi to potekalo v naravi. Ravno zaradi ciljnega in načrtnega dela ter možnosti poljubnega spreminjanja oziroma rekombiniranja dednega zapisa, mnogi to razumejo kot nenadzorovano manipuliranje z dednim materialom in temu nasprotujejo. Metoda žlahtnjenja s pomočjo genskega inženiringa omogoča zelo selektivno delo s posameznimi geni oziroma skupino genov in njihovimi regulatornimi elementi, ostali genom rastline ostane nedotaknjen oziroma nespremenjen. V primerjavi z obstoječimi metodami žlahtnjenja oziroma s kombinacijo biotehnoloških postopkov se porabi za doseg cilja bistveno manj časa, zato so te metode za žlahtniteljske hiše zelo privlačne. Med organizmi je največ gensko spremenjenih mikroorganizmov in rastlin.

S pomočjo genskih transformacij lahko izboljšamo lastnosti kulturnih rastlin, pomembne za pridelovanje (odpornost na glivične, bakterijske in virusne bolezni ter insekte; večja odpornost na okoljske dejavnike: mraz, sušo, večjo vsebnost soli v tleh; toleranca na herbicide; modificirana rast), za skladiščenje (daljša obstojnost, počasnejše zorenje), lahko pridobimo rastline z izboljšano hranilno vrednostjo (dodajanje oziroma povečanje vsebnosti makro- in mikrohranil, antioksidantov itd.; odstranjevanje nezaželenih snovi in alergenov), mogoča je proizvodnja posebnih snovi za industrijsko (na primer eterična olja, razgradljivi polimeri) ali farmacevtsko rabo (na primer zdravilne učinkovine, cepiva, protitelesa) ter pridobitev rastlin za fitoremediacijo kontaminiranih tal. Pred sprostitvijo v okolje in komercialno uporabo transgenih rastlin je potrebno temeljito ovrednotiti koristi, predvsem pa tveganje oziroma biološko varnost pridelovanja in uporabe posamezne transgene rastline - to je ovrednotiti morebitne škodljive vplive na zdravje ljudi, živali in okolje.

Kmetijstvo, prehrana, varovanje okolja, farmacija in medicina so področja, kjer najpogosteje zasledimo GSO in njihove produkte. Našteta področja tudi najpogosteje težijo k spremembam organizmov. Njihov cilj je proizvodnja kakovostnih pridelkov oziroma več končnega produkta (beljakovin, sekundarnih metabolitov, zdravilnih učinkovin), ki so pri nespremenjenih organizmih prisotni v neznatnih količinah ali pa je njihovo pridobivanje težavno oziroma neekonomično. Zaradi zelo širokega spektra pojavljanja GSO in njihove uporabne vrednosti ter možnosti zlorab je vzpostavljen nadzor nad tovrstnim delom in sproščanjem v okolje na nivoju Slovenije, ES in širše.

2 Zakonodaja GSO

Slovenska zakonodaja opredeljuje GSO kot organizem, z izjemo človeka, katerega genski material je spremenjen s postopki, ki spreminjajo genski material drugače, kot to poteka v naravnih razmerah s križanjem ali naravno rekombinacijo (UL RS 23, 2005).

Podobna je opredelitev evropske zakonodaje. GSO je organizem z izjemo človeka, katerega genski material je bil spremenjen na način, ki se ne pojavlja v naravi s križanjem in/ali naravno rekombinacijo (Evropaen Parliament, 2001).

Mednarodna zakonodaja opredeljuje GSO kot organizem z novo kombinacijo genskega materiala, ki je nastala z uporabo sodobne biotehnologije (UL RS 89, 2002).

Javno mnenje, predvsem v Evropi, GS organizmom načeloma ni naklonjeno, sprejema pa uporabo GS zdravil, cepiv in genske diagnostike (Rowe, 2004). Po drugi strani pa nastopajo s fluorescentnimi markerskimi proteini transformirani organizmi celo v umetniških inštalacijah - albino kunec z vnešenim zeleno fluorescentnim *gfp* genom (Stewart, 2006), na voljo so fluorescentne novoletne jelke z *gfp* genom (Wei in Ronald, 2005) in naprodaj tudi prvi gensko spremenjeni hišni ljubljenci - rdeče (*DsRed* gen), zeleno (*gfp* gen) in oranžno (*yfp* gen) fluorescirajoče ribice navadne cebrice (GloFishTM) (Stewart, 2006).

3 Trans- in cisgeni ter metode žlahtnjenja

V povezavi z GSO se pogosto uporablja tudi izraz transgen oziroma transgeni organizmi, kar pomeni, da organizem poleg svojih endogenov vsebuje tudi tuje gene, ki niso rezultat naravnega križanja oziroma rekombinacij, ampak rezultat genskega inženiringa. Obstajajo pa tudi GSO, ki so rezultat genskega inženiringa in imajo le premeščen želeni gen z določenega dela DNA v drugega ali vgrajen gen iz druge rastline znotraj vrste ali bližnjega sorodnika, s katerim se lahko organizem v naravi nemoteno križa. Kljub temu, da ima organizem dedni zapis spremenjen z vključitvijo gena oziroma genov, ki se rekombinirajo tudi po naravni poti s križanjem in ker je spremenjeni zapis rezultat genskega inženiringa se te organizme imenuje GSO - cisgeni.

Cisgena rastlina je gensko spremenjena s vključitvijo genov ali njihovih regulatornih elementov, ki izhajajo izključno iz rastlin, s katerimi se lahko v naravi križa (Rommens in sod., 2004). Zagovorniki tehnologije cisgenov (Schouten in sod., 2006) trdijo, da je ta v bistvu zelo podobna obstoječemu spreminjanju s skrižanjem oziroma naravno rekombinacijo in gojenju, le da je tu prenos genov bolj nadzorovan, kar omogoča genski inženiring oziroma tehnologija rekombinantne DNA.

Direktno ali povratno lahko križamo večkrat in vseeno ne bomo prišli do zaželenega rezultata, saj se pri križanju kromosomi - geni razporedijo in rekombinirajo naključno po neurejenem oziroma nepričakovanem redu oziroma kombinacijah. Z želenim genom oziroma skupino genov, ki je odgovoren oziroma odgovorna za določeno lastnost, se lahko prenašajo tudi tesno vezani in nevezani geni, ki rezultat križanja motijo. Zelo pogosti so taki primeri pri križanju na razne odpornosti oziroma tolerantnosti na bolezni, stresne dejavnike (mraz, sušo). Primeri križanj poljščin (žit, krompirja, sladkorne pese), sadnih vrst (jablan) in vrtnin (jagod, paradižnika) za doseg odpornosti na bolezni, s katerimi so žlahtnitelji začeli v zgodnjih 50-tih letih,

so jim omogočili požlahtniti odporne sorte, a zaradi vezanih genov, ki so se prenesli v nove sorte, so te imele običajno nižje pridelke in slabšo kvaliteto. Z večkratnim povratnim križanjem lahko določene nezaželeni gene izločimo, kar lahko traja tudi več let. Vseh nezaželenih genov se v postopku žlahtnjenja ne moremo znebiti.

S tehnologijo cisgenetike, ki vključuje posamezne cisgene, bi bile lahko te težave odpravljene, saj so genski prenosi metodološko opravljeni s tehnologijo rekombinantne DNA, torej enako kot pri transgenih. Cisgenetika omogoča vgraditi v genom obstoječe sorte le želen gen oziroma gene s katerimi se zmanjša verjetnost neželenih kombinacij. Uporabna naj bi bila predvsem v poljedelstvu, sadjarstvu, vrtnarstvu in tudi pri okrasnih rastlinah.

Raziskave so omejene samo na laboratorijske razmere in cisgenih rastlin ni dovoljeno sproščati v okolje. Zagovorniki cisgenetike menijo, da bi se bilo potrebno tej tehnologiji bolj posvetiti, saj bi bilo verjetno manj zadržkov oziroma nasprotovanj proti taki hrani kot pri hrani, vsebujoči transgene (Schouten in sod., 2006).

Nasprotniki cisgenetike, ker uporablja enako tehnologijo rekombinantne DNA, so prepričani, da je za okolje enako sprejemljiva oziroma nespremljiva kot tehnologija, pri kateri nastajajo transgeni organizmi. Ne sprejemajo trditve o enakosti obstoječega križanja - žlahtnjenja in cisgenetike in so prepričani, da vemo veliko premalo, da bi cisgene rastline sprostili v okolje brez ustrezne zakonodaje, ki bi zagotavljala nadzor (Shuber in Williams, 2006; Russell in Sparrow, 2008).

4 Sklepi

Genske transformacije, odvisno od metodologije vnosa in vgradnje genov, v več kot 70 % izkoriščajo posredni biološki vnos. Talni gramnegativni fitopatogeni bakteriji *Agrobacterium tumefaciens* in *Agrobacterium rhizogenes* imata sposobnost prenosa genetskega materiala med bakterijo in rastlino ter gensko spremeniti del rastline, da sintetizira snovi za njuno rabo. Ta naravni mehanizem vnosa dednega materiala se v laboratoriju uporablja kot metoda žlahtnjenja za spremembo obstoječih genotipov sort in njihovih fenotipov. Cisgene rastline, ker se v dednem zapisu razlikujejo od transgenih rastlin, skupna jim je metodologija spremembe genotipa, bi bile lahko izvzete iz GSO zakonodaje oziroma regulirane s prilagojeno zakonodajo njihovim lastnostim.

5 Literatura

- European Parliament 2001. Directive 2001/18/EC of the European Parliament and of the Council of 12 March 2001 on the deliberate release into the environment of genetically modified organisms and repealing Council Directive 90/220/EEC. Off J Eur Comm L 106: 1-38
- Rommens, C.M., Humara, J.M., Ye, J., Yan, H., Richael, C., Zhang, L., Perry, R., Swords, K. 2004. Crop improvement through modification of the plant's own genome. Plant Physiology, 235: 421-431
- Rowe, G. 2004. How can genetically modified foods be made publicly acceptable? Trends in Biotechnology, 22: 107-109

- Russell, A.W., Sparrow, R. 2008. The case for regulating intragenic GMOs. *Journal of Agricultural and Environmental Ethics*, 21: 153-181
- Schouten, H.J. Krens, F.A., Jacobsen, E. 2006. Cisgenic plants are similar to traditionally bred plants. *European Molecular Biology Organization*, 7, 8: 750-753
- Schubert, D., Williams, D. 2006. 'Cisgenic' as a product designation. *Letter to Nature Biotechnology*, 24, 11: 1327-1329
- Stewart, C.N. 2006. Go with the glow: Fluorescent proteins to light transgenic organisms. *Trends in Biotechnology*, 24: 155-162
- Uradni list RS 89/2002 z dne 22.10.2002. Zakon o ratifikaciji Karatenskega protokola o biološki varnosti h Konvenciji o biološki raznovrstnosti (MKPBV)
- Uradni list RS 23/2005 z dne 10.3.2005. Zakon o ravnanju z gensko spremenjenimi organizmi (uradno prečiščeno besedilo) (ZRGSO-UPB1)
- Wei, T., Ronald, N. 2005. Transgenic christmas trees regenerated from *Agrobacterium tumefaciens*-mediated transformation of zygotic embryos using the green fluorescence protein as a reporter. [Molecular Breeding](#), 16: 235-246

Vzgoja proti krompirjevi plesni na listih odpornih sort krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije

Peter DOLNIČAR²⁰

Izвлеček

Krompirjeva plesen povzroča vedno večje težave pri pridelovanju krompirja, saj je v zadnjih letih postala vse bolj virulentna in agresivna. Posledice podnebnih sprememb še pospešujejo razvoj bolezni. Uporaba fitofarmaceutskih sredstev postaja ekološko vedno bolj sporna, zato postaja vedno bolj pomembna odpornost sort. Pri krompirju poznamo dve vrsti odpornosti: vertikalno, ki jo povzročajo dominantni R geni iz vrste *Solanum demissum* in horizontalno, ki je poligenična in zato trajnejša. V preteklosti je imela v večini programov žlahtnjenja krompirja prednost pred vertikalno, vendar v zadnjih letih ugotavljajo, da ni več dovolj učinkovita proti novim sojem krompirjeve plesni. Zato je vse več pozornosti namenjeno iskanju novih virov odpornosti in hkratnemu vnosu več različnih genov vertikalne odpornosti v genfond krompirja. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo s križanji za odpornost proti krompirjevi plesni na listih začeli v letu 1998, pri čemer smo se odločili za vnos vertikalnega tipa odpornosti. Doslej smo uspešno križali več zanimivih kombinacij, ki imajo uspešnejše potomstvo od povprečja žlahtniteljskega programa. Iz križanj v letu 1998 smo odbrali prvi križanec, ki je tudi odporen proti krompirjevi plesni na listih.

Ključne besede: *Solanum tuberosum*, krompirjeva plesen, odpornost

Breeding of potato varieties resistant to late blight on leaves at the Agricultural Institute of Slovenia

Abstract

Potato late blight becomes more virulent and aggressive in the last few years and it causes large losses in potato production every year. Better conditions for blight development due to climate change enhance the disease development. The use of pesticides is ecologically more and more unpleasant. The use of resistance genes has become therefore important topic in blight control. Two different types of late blight resistance are known for years: vertical and horizontal one. Vertical resistance is caused by dominant R genes from species *Solanum demissum*, while horizontal resistance is encoded by several minor genes working together. Due to its durability most of the breeding programs used horizontal resistance in the past, but it became less effective against aggressive new races of the late blight now. Therefore more effort is put in finding new efficient sources of late blight lately and breeding programmes started to include multiple resistances in their gene fond including R genes. At the Agricultural Institute of Slovenia breeding for late blight resistance started in 1998. Vertical type of resistance was introduced using R genes from some existing varieties. Several interesting combinations with successful offspring have been bred so far. One new potential variety resistant to late blight on leaves has been selected and sent in variety trials.

Key words: *Solanum tuberosum*, late blight, resistance

²⁰ mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, peter.dolnicar@kis.si

1 Uvod

Krompirjeva plesen je ena najbolj pomembnih bolezni krompirja. Prizadene tako liste kot gomolje. Povzroča jo organizem *Phytophthora infestans* de Bary., ki na prvi pogled spominja na glive, je pa bolj soroden algam. Krompirjeva plesen se redno pojavlja v času rasti in je najnevarnejša, ko se temperature gibljejo med 15 in 25 °C. Če je na voljo dovolj vlage in traja omočenost listja vsaj 8 do 12 ur, spore plesni na listih uspešno kalijo. V zadnjih letih postaja plesen vse bolj agresivna in vse težje obvladljiva (več infekcij, krajša latentna doba, hitrejša sporulacija). Zato in pa zaradi vse toplejšega vremena se tudi pojavlja vedno bolj zgodaj. Populacija *P. infestans* postaja vedno bolj heterogena tudi v Evropi in v Sloveniji. Sestavljajo jo glive obeh spolnih paritvenih tipov - A1 in A2, kar je pogoj za nastanek oospor (Sliwka in sod., 2006). V Sloveniji so v letu 2006 našli kar 20,3 odstotkov sojev tipa A2 (Žerjav in Zemljič Urbančič, 2007). Zaradi prisotnosti obeh paritvenih tipov obstaja možnost primarnih okužb krompirja z oosporami, ki prezimujejo v tleh tudi pri nas. V skandinavskih deželah postajajo že reden pojav in resen problem (Hanukkala in sod., 2008). Oospore *P. infestans* so bile najdene tudi v listih paradižnika. Obstajajo različice glive, ki so odporne na fungicide z aktivno snovjo metalaksil. Odpornost se pojavlja redno in jo je več proti koncu rastne sezone (tudi do 40 odstotkov sojev). Najnovejše raziskave na Finskem in na ruskem polotoku Kola so pokazale, da je razvoj na metalaksil odpornih sojev del naravnega procesa selekcije in razvoja bolezni tekom vegetacije in ni odvisen le od selekcijskega pritiska zaradi prekomernih aplikacij metalaksila (Hanukkala in sod., 2008). Odpornost sort proti krompirjevi plesni, patogenu, ki je vse bolj spremenljiv in virulenten, postaja vse pomembnejši del strategij kontrole bolezni. Obstoječi sistemi in načini zaščite s fitofarmacevtskimi pripravki so s stališča zdrave hrane in varstva okolja (tudi čebel) vse bolj omejeni. Zato je odpornost proti krompirjevi plesni zelo pomembna lastnost, ki je bila v zadnjih letih vključena v program žlahtnjenja krompirja tudi pri nas. Mnogi programi žlahtnjenja novih sort krompirja veliko pozornosti posvečajo ravno vnosu genov za odpornost proti plesni.

Poznana sta dva tipa odpornosti: vertikalna odpornost in horizontalna odpornost. Vertikalno odpornost določajo dominantni geni za hipersenzitivnost (R1 do R4), ki izvirajo iz vrste *Solanum demissum*. Ti geni so povezani s pozno zrelostjo in ne delujejo enako na vse soje plesni. Ob okužbi s plesnijo odpornih sort se pojavijo značilne majhne omejene nekrotične pike na mestih kalitve spor (odmrle celice kot posledica hipersenzitivne reakcije napadene in okoliških celic), ki se ne širijo naprej po rastlini. Rastline ostanejo zelene bistveno dlje, navadno se povečuje število nekrotičnih pik (mest okužbe). Občasno plesen lahko preide vertikalno odpornost, zato ne velja za stabilno in so jo do nedavna v programih žlahtnjenja manj uporabljali.

Več poudarka je bilo namenjeno vnosu splošne ali horizontalne odpornosti, ki je poligenično dedovana in zato trajnejša. Povzroča jo več različnih genov, ki so med seboj vsaj deloma neodvisni, je pa zanjo značilen tudi vpliv okolja na izražanje odpornosti (dolžina dneva, prehrana). Izvori odpornosti so: *Solanum demissum*, *Solanum verucosum*, *Solanum stoloniferum*, *Solanum microdontum*, *Solanum bulbokastanum* in *Solanum brevidens*. Gene za odpornost so našli na kromosomu 5 in 8 (Umaerus, V. in Umaerus M., 1994; Naess in sod., 2000). Poligenična horizontalna odpornost je v preteklosti veljala za najprimernejšo, izkazalo pa se je, da bi bilo za uspešen vnos te odpornosti potrebno ustrezno prilagoditi programe žlahtnjenja in genetske vire, ki jih žlahtnitelji uporabljajo. Ko so poskušali prenesti zelo visoko učinkovito poligenično odpornost iz specializiranih programov žlahtnjenja na odpornost proti plesni na komercialno raven, ti poskusi zaradi efekta redčitve genov niso bili

uspešni. V zadnjih letih se je tudi pokazalo, da poligenična odpornost ne zadošča več za učinkovito zaščito pred novimi virulentnejšimi in agresivnejšimi soji krompirjeve plesni. V nekaterih programih žlahtnjenja so poskušali hkrati vnesti obe odpornosti, kar je povzročilo težave pri oceni stopnje horizontalne odpornosti zaradi prevelikega vpliva R genov. Zato bo v prihodnosti vertikalna odpornost vse pomembnejša. Potrebno bo poiskati nove vire odpornosti in jih čim več združiti v enem genotipu (sorti), kar bo omogočilo zadostno dolgoživost odpornosti.

2 Material in metode dela

Program žlahtnjenja krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije letno dosega obseg okoli 20.000 sejancev. To je obseg, ki ga z zaposlenimi v Poskusnem centru za krompir fizično in tudi finančno zmoremo. Klasični program žlahtnjenja, ki smo ga doslej že večkrat opisali (Dolničar, 2002; 2006), smo leta 1998 v manjšem delu spremenili tako, da smo poudarek namenili žlahtnjenju na odpornost proti krompirjevi plesni. Zaradi omejenosti obsega in prepričanja, da je potrebno uporabiti ves genski fond, ki je na razpolago (torej tudi R gene), smo se odločili za uporabo vertikalne odpornosti. V prvih letih smo kot vire R genov uporabili sorte Escort, Cita in White Lady, v zadnjih letih pa tudi sorto Stirling, ki poseduje obe, torej horizontalno in vertikalno odpornost.

V program žlahtnjenja smo dodali preskušanje odpornosti križancev proti krompirjevi plesni. Ko so križanci uvrščeni v poskus za predizbiro, jih uvrstimo tudi v preizkus odpornosti proti krompirjevi plesni. Za oceno odpornosti križancev smo uporabili standardne sorte Cvetnik, Sante in uporabljene odporne starševske sorte. Ocenjevanje smo opravili v posebej zasnovanih preskusih po 16 rastlin v vegetaciji in uporabili skalo po Henflingu (1982). V letu 2008 smo pričeli z uvajanjem ugotavljanja odpornosti v zgodnji fazi odbire (3. leto na polju).

3 Rezultati z diskusijo

V zadnjih enajstih letih smo opravili več uspešnih križanj različnih kombinacij z na plesen na listih odpornimi sortami. Uporabili smo sorte White Lady, Escort, Cita in Stirling. Podrobnejši rezultati so prikazani v preglednici 1, kjer je razvidno, da so kombinacije z odpornimi sortami v povprečju uspešnejše od vseh opravljenih kombinacij. Odbira je potekala po ustaljenih metodah na različne kvalitativne in kvantitativne lastnosti. Večina odbranih križancev še ni bila preskušena na odpornost proti krompirjevi plesni na listih, teoretično pa lahko pričakujemo, da bo bolj ali manj odpornih okoli 50 odstotkov križancev. Število načrtovanih in izvedenih kombinacij se je v zadnjih letih nekoliko zmanjšalo, saj smo pri izvedbi upoštevali dosedanje izkušnje in ugotovljeno kombinacijsko sposobnost posameznih sort.

Preglednica 1: Prikaz uspešnosti kombinacij križanj na odpornost proti krompirjevi plesni na listih (KIS, 1998 – 2008)

Leto križanja	Število kombinacij			Število odbranih klonov v letu 2008		
	Skupno	plesen*	%	skupno	plesen*	%
1998	82	7	8,5	1	1**	100,0
1999	86	15	17,4	2	1	50,0
2000	52	11	21,2	2	2	100,0
2001	28	4	14,3	12	9	75,0
2002	47	4	8,5	17	3	17,6
2003	34	8	23,5	37	13	35,1
2004	51	10	19,6	67	21	31,3
2005	41	6	14,6	150	9	6,0
2006	58	9	15,5	590	155	26,3
2007	77	3	3,9	-	-	
2008	45	6	13,3	-	-	

* križanec odporen proti krompirjevi plesni

**kombinacije in križanci pridobljeni s križanjem na plesen na listih odpornih staršev

Iz križanj v letu 1998 smo uspešno odbrali križanca pod šifro KIS 98-136/72-1, ki je odporen proti krompirjevi plesni na listih. Za križanja smo uporabili sorto White Lady, ki je bila donor odpornosti ter križanec med sortama Sante in Matjaž.

Druge pomembnejše lastnosti križanca so:

- srednje pozen krompir za ozimnico,
- pridelek zelo velik,
- morfološke lastnosti:
 - gomolji ovalni, srednje debeli, številni,
 - Srednje globoka, meso svetlo rumeno, kožica rumena,
 - razvije srednje velik grm s številnimi stebli in srednje velikimi listi,
 - številni cvetovi so belo vijolični,
- odlična kakovost kuhanega krompirja za različne namene
- odporen je proti virusu Y ter proti krompirjevi plesni na listih

Primeren je za ekološko pridelavo.

V letu 2006 je bil uvrščen v preskušanje za uvrstitev na Slovenko sortno listo s poudarkom na ekološki pridelavi. V letu 2008 smo ga uvrstili v preskušanje RIN. Končno odločitev komisije pričakujemo v začetku leta 2010.

4 Sklepi

Krompirjeva plesen povzroča vedno večje težave pri pridelovanju krompirja, saj je v zadnjih letih postala vse bolj virulentna in agresivna. Razvoj bolezni pospešujejo tudi posledice podnebnih sprememb.

Uporaba fitofarmacevtskih sredstev postaja ekološko vedno bolj sporna, zato je vedno bolj pomembna odpornost sort.

V preteklosti največkrat uporabljana horizontalna odpornost v zadnjih letih ni več dovolj učinkovita proti novim sojem krompirjeve plesni.

Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo s križanji za odpornost proti krompirjevi plesni na listih začeli v letu 1998, pri čemer smo se odločili za vnos vertikalnega tipa odpornosti. Doslej smo uspešno križali več zanimivih kombinacij, ki imajo boljše potomstvo od povprečja programa žlahtnjenja.

Iz križanj v letu 1998 smo odbrali prvi križanec, ki je tudi odporen proti krompirjevi plesni na listih.

V letu 2010 tako pričakujemo potrditev nove sorte, ki bo zaradi odpornosti proti krompirjevi plesni primerna tudi za ekološko pridelavo.

5 Literatura

- Dolničar, P. (2002). Bodoče nove slovenske sorte krompirja, vzgojene na Kmetijskem inštitutu Slovenije. V: TAJNŠEK, Anton (ur.), ŠANTAVEC, Igor (ur.). *Novi izzivi v poljedelstvu 2002 : zbornik simpozija*, Ljubljana, str. 143-147
- Dolničar, P. (2006). Nove slovenske sorte krompirja. V: TAJNŠEK, Anton (ur.), ŠANTAVEC, Igor (ur.). *Novi izzivi v poljedelstvu 2006 : zbornik simpozija*, Ljubljana, str. 256-259
- Hannukkala, A.O., Rastas, M., Hannukkala, A.E. (2008). Phenotypic traits of *Phytophthora infestans* in Finland and north western Russia. Proceeding of 17th Triennial Conference of the EAPR, July 6-10, Brasov, Romania: 167-170
- Henfling, J.W. (1982). Field screening procedures to evaluate resistance to late blight. CIP Technology Evaluation Series No. 1982-5
- Naes, S.K., Bradeen, J.M., Wielgus, S.M., Haberlach, G.T., McGrath, J.M., Helgeson, J.P. (2000). Resistance to late blight in *Solanum bulbocastanum* is mapped to chromosome 8. Theor Appl Genet, 101: 697-704
- Sliwka, J., Sobkowiak, S., Lebecka, R., Avendano-Corcoles, J., Zimnoch-Guzowska, E. (2006). Matyng type, Virulence, Aggressiveness and Metalaxyl Resistance of Isolates of *Phytophthora infestans* in Poland. Potato Research, vol 49 (3): 155-166
- Umaerus, V., Umaerus, M. (1994). Inheritance of Resistance to Late Blight. V: Bradshaw, J.E. (ur.), Mackay, G.R. (ur.). Potato Genetics. Cab International, Wallingford: 365-402
- Žerjav, M., Zemljič-Urbančič, M. (2007). Krompirjeva plesen v spremenjenih razmerah za pridelovanje krompirja : predavanje na strokovnem srečanju Krompirjeva plesen - problem, ki ostaja v okviru prireditve Dan krompirja, Komenda, 5. okt. 2007

Žlahtnjenje zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) na odpornost proti črni žilavki kapusnic (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)

Katarina RUDOLF PILIH²¹

Izvleček

Pri gojenju zelja predstavlja največjo gospodarsko škodo bakterijska bolezen črna žilavka kapusnic (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) – Xcc. Za preprečevanje bolezni je najprimernejše gojenje odpornih kultivarjev. V preteklih letih smo v postopkih žlahtnjenja vzgojili veliko število čistih linij in križancev zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), ki vključujejo dednino udomačene sorte Varaždinsko. Ta izhodiščni material ima veliko vrednost pri žlahtnjenju zelja v slovenskem prostoru. Izbranim genotipom smo določili odpornost na različne rase črne žilavke kapusnic (rase 1, 3 in 4). Optimizirali smo metodo okuževanja in stopnjo okuženosti ocenjevali v času rasti in ob spravilu pridelka na polju. Od proučevanih genotipov sta bili dve čisti liniji tolerantni na vse tri rase Xcc, dve delno tolerantni in dve občutljivi. Testirali smo F1 in F2 generacijo, ki izhaja iz križanj med občutljivimi in tolerantnimi linijami, in ocenili, da so genotipi F1 generacije tolerantni do delno tolerantni, medtem ko so genotipi F2 generacije občutljivi. Tako ocenjen kvantitativen vpliv okužb na pridelek zelja linij in križancev bo osnova za izdelavo nadaljnjega načrta žlahtnjenja zelja na odpornost proti rasam 1,3 in 4 Xcc.

Ključne besede: zelje (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), črna žilavka kapusnic (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*), žlahtnjenje

Cabbage breeding (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) for resistance to black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*)

Abstract

Black rot, caused by the bacterium (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*) – Xcc is considered the most serious disease of crucifer crops worldwide. Disease resistance has been a main goal in breeding programs. In the past few years a lot of inbred lines and hybrids, with germplasm of Slovene domesticated cultivar Varaždinsko, were produced. These lines are of major importance for Slovene breeding program. The most promising genotypes were selected and evaluation of resistance to different races of Xcc were performed. Inoculation method was optimized. Four weeks old plants were inoculated with three different races: 1, 3 and 4. Five plants were tested per isolate. The number of infected points per leaf and the severity of symptoms were recorded during growing season and at harvesting. Results indicated that two inbred lines were tolerant to all three races, two were partially tolerant and two were susceptible. Hybrids F1 and F2 generations which outcome from crossings between tolerant and susceptible lines exhibited tolerance in F1 generation and susceptibility in F2 generation. Evaluation of genotypes for disease severity on leaves during the growing season combined with the evaluations of head resistance in the most promising genotypes may be a simple

²¹ Katarina Rudolf Piliš, Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, katarina.rudolf@kis.si

method to select resistant ones and will be a basis for cabbage breeding programme for resistance against races 1,3 and 4 of Xcc.

Key words: cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.), cabbage black rot (*Xanthomonas campestris* pv. *campestris*), breeding

1 Uvod

Bolezen črno žilavko kapusnic povzroča bakterija *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* – Xcc, ki pri nas in v svetu predstavlja eno od gospodarsko najpomembnejših boleznih družine križnic. Pri gojenih rastlinah povzroči delno ali popolno izgubo pridelka. Rastline lahko propadejo pred tehnološko zrelostjo, zaostajajo v rasti, tržni del je manjši, zmanjša se kakovost pridelka. Poleg tega se lahko na okuženih rastlinah razvije mehka gniloba, kar dodatno zmanjša pridelek in skrajša čas skladiščenja. Bakterije prodirajo v rastline predvsem preko hidatod ter ran na listih in koreninah. Poškodbe omogočajo bakteriji vstop v prevodni sistem, kjer se hitro razmnožujejo in onemogočajo normalno oskrbo rastlin z vodo in hranilnimi snovmi. Na starejših listih so simptomi vidni na listnih robovih kot večji klorotični madeži v obliki črke V. Kasneje pege potemniijo, prav tako tudi žile. Obolel del lista se suši in postaja prosojen. Nazadnje cel list porumeni in ovane. Za bolezen je značilno, da žile na klorotičnem delu postanejo temne do črne barve. Na prerezu vidimo, da se potemnitev žil širi proti kocenu in od tod v korenine in druge liste. Ker gre za bakterijsko bolezen, sta glavna načina boja proti črni žilavki setev neokuženega semena in pridelovanje odpornih sort. Prav razvoj sort, odpornih na črno žilavko, je eden izmed glavnih ciljev žlahtniteljskih programov kapusnic. Okužbe povzročajo različne rase Xcc, ki se razlikujejo po svoji invazivnosti in specifičnosti za posamezno vrsto. Kamoun in sod. (1992) so določili pet ras Xcc (0-4). Določitev temelji na obrambni reakciji različnih sort vrste *Brassica rapa* in *Brassica juncea*. Vicente in sod. (2001) so dodali še dve rasi glede na odziv večjega števila genotipov pri različnih vrstah znotraj rodu *Brassica*. Rasi ena in štiri sta v svetovnem merilu najnevarnejši (Vicente in sod., 2001). V preglednici 1 je predstavljen gen-za-gen model, ki temelji na interakciji med štirimi avirulentnimi geni (A) šestih ras Xcc in rezistentnimi geni pri različnih gostiteljih (Vicente in sod., 2001.) Odpornost na škodljivi organizem temelji na specifičnem prepoznavanju le tega s strani rastline. Gen, ki kodira signalno molekulo in sproži obrambne mehanizme pri rastlini, je t.i. avirulentni gen (Avr gen). Gen pri rastlini, katerega ekspresijo sproži produkt Avr gena, je gen za odpornost proti škodljivemu organizmu (R gen). Produkti R genov prepoznajo produkte Avr genov in sprožijo signale za indukcijo odpornosti. V zadnjih letih so bili izolirani številni R geni.

Preglednica 1: Interakcija med avirulentnimi in rezistentnimi geni pri različnih gostiteljih rodu *Brassica*

						rase/avirulentni (A) geni					
						1	2	3	4	5	6
						A1	...	A1	A1?	...	...
						...	A2	...	...	...	...
						...	A3	A3	...	A3	...
						...	...	...	A4	...	...
						...	...	...	...	?	...
Različne sorte in akcesije						rezistentni (R) geni					
Wirosa F1 (<i>B. oleraceae</i>)	...	...	...	...	...	+	+	+	+	+	+
Cobra 14R (<i>B. napus</i>). Just Right T. (<i>B. rapa</i>)	...	...	...	R4	...	+	+	+	-	+	+
Seven Top Turnip (<i>B. rapa</i>)	...	R2	...	R4	...	+	-	+	-	+	+
F1 199947 (<i>B. carinata</i>)	R1	...	...	R47	...	-	+	-	-	+	+
Florida Broad Leaf Mustard (<i>B. Juncea</i>)	R1	...	...	R47	...	-	+	-	-	(+)	+
Miracle F1 (<i>B. oleracea</i>)	...	...	R3	...	...	+	-	-	+	-	+

*+- kompatibilna interakcija (občutljivost), - -inkompatibilna interakcija (rezistenca), (+) šibka okužba, ?-možen gen

2 Material in metode dela

V raziskave odpornosti zelja proti Xcc smo vključili 6 čistih linij, 3 genotipe F1 generacije, 7 genotipov F2 generacije, ki izhajajo iz križanj med občutljivimi in tolerantnimi linijami ter za kontrolo tolerantni hibrid Matsumo F1 in občutljiv hibrid Krautman F1. Čiste linije smo pridobili z indukcijo dihaploidov s pomočjo kulture mikrospor iz genotipa, ki vključuje dednino sorte Varaždinsko. Štiri-tedenske sadike, gojene v 40 lončnih platojih, smo okužili s posebno pinceto (mišji zob), namočeno v suspenzijo bakterij rase 1, 3 in 4 koncentracije 10^8 - 10^9 cfu (Vicente in sod, 2000, Dahl Jensen in sod., 2005). Na posamezni sadiki smo ranili tri liste in tako dosegli vdor bakterije v prevodni sistem rastline. Za vsak genotip smo okužili 5 rastlin s posamezno raso. Ločeno smo gojili tudi rastline, ki jih nismo okužili in smo jih uporabili kot kontrolo. Okužene in neokužene rastline smo gojili še tri tedne v 40 lončnih platojih in jih nato presadili na polje. V času rastne sezone smo trikrat ocenili stopnjo okuženosti z ocenami 0 do 3 (0- toleranten, 1- delno toleranten, 2- občutljiv, 3- zelo občutljiv). Okuženost smo prvič ocenili ob presajanju sadik na prosto, drugič v polni rasti rastlin in tretjič ob spravilu pridelka. Poskus je potekal od meseca maja do oktobra na poskusnem polju v Jabljah.

3 Rezultati z diskusijo

Na podlagi ocen okužbe smo določili dve liniji, ki sta popolnoma tolerantni na vse tri rase Xcc, in sicer liniji 667 in 712. Dve liniji sta bili zelo občutljivi (885, 929), dve pa delno tolerantni (70, 546) Potomci (F1 generacija), ki izhajajo iz križanj med tolerantnimi in občutljivimi genotipi, so tolerantni do delno tolerantni, medtem ko so bili genotipi v F2 generaciji po pričakovanju bolj občutljivi. V preglednici 2 so prikazani rezultati ocene simptomov po okužbi z različnimi rasami Xcc. Linije, ki so tolerantne bomo vključili v nov žlahtniteljski cikel tako, da jih bomo križali z linijami z odličnimi morfološkimi lastnostmi, vendar brez odpornosti na črno žilavko kapusnic. Vir odpornosti proti različnim rasam Xcc je prisoten predvsem v A (n=10) in B (n=8) genomu križnic (*Brassica rapa* in *Brassica nigra*), nekatere novejšje študije pa potrjujejo prisotnost odpornosti tudi v C (n=9) genomu (Vicente in sod., 2002), ki je značilen za vrsto *Brassica oleracea*. Glede na to dejstvo, so dobljeni rezultati toliko večjega pomena. Pridobili smo linije, ki vključujejo zeleno dednino sorte Varaždinsko in se jih hkrati lahko uporabi kot vir odpornosti proti Xcc.

Preglednica 2: Ocena simptomov okužbe v času rastne sezone (Jablj, 2008)

linije / F1 generacija / F2 generacija / kontrola	ocena simptomov okužbe (0-3)		
	rasa 1	rasa 3	rasa 4
70 čista linija	2	1	2
546 čista linija	2	1	2
667 čista linija	0	0	0
712 čista linija	0	0	0
885 čista linija	3	3	3
929 čista linija	3	3	3

667x885 F1 generacija	1	1	1
712x667 F1 generacija	0	0	0
667x929 F1 generacija	2	2	3
667x546 F2 generacija	1	1	2
712x546 F2 generacija	3	1	1
546x929 F2 generacija	2	2	2
712x885 F2 generacija	2	1	2
712x667 F2 generacija	0	0	0
929x667 F2 generacija	2	2	3
667x885 F2 generacija	2	1	2
70x667 F2 generacija	1	0	1
Matsumo F1-kontrola	0	0	0
Krautman F1-kontrola	3	3	3

4 Sklepi

Uspešno smo vpeljali metodo okuževanja z različnimi rasami Xcc (1, 3 in 4) in določili stopnjo okuženosti. Glede na to, da sta dve liniji povsem tolerantni na Xcc, smo pridobili material, ki je uporaben v namene slovenskega žlahtniteljskega programa kot tudi širše. Tolerantne linije bomo vključili v križanja in se tako približali požlahtnitvi hibrida, ki bo imel poleg primernih morfoloških lastnosti tudi odpornost na črno žilavko kapusnic. Dobljeni rezultati so tudi osnova za proučevanje odpornosti na nivoju genoma. Na ta način bomo pridobili nove informacije o dedovanju odpornosti proti črni žilavki kapusnic.

Zahvala: Raziskava je potekala v okviru ciljnega raziskovalnega projekta 'Genetsko izboljšanje kvalitativnih in kvantitativnih lastnosti ekonomsko pomembnih kmetijskih rastlin za konkurenčno in trajnostno pridelovanje v Sloveniji' (V4-V4-0335). Projekt sta sofinancirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

5 Literatura

- Dahl Jensen B., Massomo S.M.S., Swai I.S., Hockenhull J., Bode Andersen S. 2005. Field evaluation for resistance to the black rot pathogen *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in cabbage (*Brassica oleracea*). European journal of Plant Pathology 113: 297-308
- Kamoun S., Kamdar H.V., Tola E., Kado C.I. 1992. Incompatible interactions between crucifers and *Xanthomonas campestris* involve a vascular hypersensitive response: role of the *hrpX* locus. Mol. Plant-Microbe Interact. 5(1): 22-23
- Rudolf Piliš K. 2002. An evaluation of some morphological traits in doubled haploid cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) lines and their hybrids = Ocena določenih morfoloških lastnosti dihaploidnih linij in križancev zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). Zb. Bioteh. fak. Univ. Ljublj., Kmet. (1990), let. 79 (2): 349-359

- Vicente J.G., Conway J., Roberts S.J., Taylor J.D. 2001. Identification and origin of *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* races and related pathovars. *Phytopathology* 91 (5): 492-499
- Vicente J.G., Taylor J.D., Sharpe A.G., Parkin I.A.P., Lydiate D.J., King G.J. 2002. Inheritance of Race-Specific Resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica* Genomes. *Phytopathology* 92: 1134-1141
- Vicente J.G., Conway J., King G.J., Taylor J.D. 2000. Resistance to *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* in *Brassica* spp. *Acta Horticulturae* 539: 61-67

Relationship between organic matter balance and productivity of arable soils

Jaromir KUBAT²², Jan LIPAVSKY²³

Abstract

Relationships among organic matter balances, dry matter yields and the total organic C content in topsoil was tested in long-term field experiments conducted in varying soil and climate conditions in the Czech Republic. Total organic carbon content in topsoil mainly depends on local soil and climate conditions. The effect of cropping and of organic and mineral fertilisation on the total organic C content in topsoil is quantitatively inferior to the site effect. Therefore, optimum organic C content in topsoil is site specific and it has to be tuned according to local soil properties and climate conditions. Organic matter supply is for the maintenance of optimum soil organic matter level in most farming systems. We could show a statistically significant correlation between the estimated organic matter balance and the total organic C content in topsoil. Average dry matter yields of the cultivated crops differed remarkably in individual sites and variants. The effect of organic and mineral fertilisation could be distinctly quantified. The efficiency of organic fertilisation as compared to the efficiency of mineral nutrition related to the dry matter yields differed in individual sites. The relationships between estimated organic matter balances and dry matter yields, however, were not statistically significant.

Key words: arable soils, soil organic matter, organic matter balance, crop yields, fertilisation

Povezava med organsko snovjo in rodovitnostjo kmetijskih tal

Izvleček

V dolgoletnih poskusih na različnih lokacijah (različne talne in vremenske razmere) na Češkem smo preučevali povezavo med bilanco organske snovi, pridelki in celotno količino Corg v zgornjem sloju tal. Med bilanco organske snovi in skupno količino organske snovi v zgornjem sloju tal je bila značilna povezava. Vendar pa ni bilo značilne povezave med bilanco organske snovi in pridelki ter med skupno količino Corg in pridelki. Skupna količina Corg v zgornjem sloju tal je odvisna od lokalnih vremenskih in talnih razmer. Vpliv posevkov in organskega ter mineralnega gnojenja na skupno vsebnost Corg v zgornjem sloju tal je kvantitativno podrejena vplivu lokacije. Zato je optimalna vsebnost Corg v zgornjem sloju tal odvisna od lokacije in mora biti prilagojena lokalnim lastnostim tal in vremenskim razmeram. Oskrba z organsko snovjo je bistvena za ohranjanje optimalne založenosti tal z organsko snovjo v večini kmetijskih sistemov. Dokazali smo statistično značilno povezavo med ocenjeno bilanco organske snovi in skupno vsebnostjo Corg v zgornjem sloju tal. Povprečni pridelki suhe snovi posevkov so se bistveno razlikovali med variantami na posameznih lokacijah. Vpliv organskega in mineralnega gnojenja se lahko jasno določi. Učinek organskega gnojenja v primerjavi z učinkom mineralnega gnojenja na pridelek se na isti lokaciji razlikujeta. Povezava med ocenjeno bilanco organske snovi in pridelki ni bila statistično značilna.

Ključne besede: obdelovalna tla, organska snov v tleh, bilanca organske snovi, pridelki, gnojenje

1 Introduction

The importance of soil organic matter in soil fertility and generally soil quality has been widely recognised for a long time. There is no doubt about the beneficial effect of the soil organic matter on physical and chemical soil properties. Soil organic matter (SOM) is a main factor in soil biology. It is a source of soil biodiversity. It supports survival of a numerous and diverse biota and provides substrate needed for their survival. There is a lot of evidence in

²² Ing. CSc, Crop Research Institute Praha, Drnovska 507, 161 06 Praha 6, Czech Republic, e-mail: kubat@vurv

²³ Mgr. CSc, the same address, e-mail: lipavsky@vurv

literature documenting a beneficial effect of the SOM on soil fertility. However, this effect varies in various soil and climate conditions, cultivated crops (crop rotation), tillage and organic and/or mineral fertilisation. No less important is the SOM for yield stability, actually a capacity to equalize weather fluctuation or other biotic and abiotic factors.

For all these reasons, there is a long-lasting interest in the maintenance of the SOM in agricultural soil. The maintenance of the SOM, its reproduction and management needs reliable and robust tools, methodological procedures applicable for practical use. Most of the methods used up today are based on the balance principle that was successfully applied in plant nutrition, mainly with P, K, Ca and Mg. However, the application of the balance principle in the maintenance and reproduction of the SOM is much more complicated. The appropriate methodologies applicable in the temperate zone in the middle of Europe were elaborated in seventies, past century and they have been used in practical agriculture till the present time.

In the Czech Republic, the organic matter balance method was elaborated by Škarda (Neuberg et al., 1990). According to the proportions of grain crops, root crops and fodder crops in the crop rotation and according to soil texture class, he suggested organic matter (OM) standards for the organic matter amount that should be supplied with organic fertilisers or so called "supplementary resources" (e.g. industrial composts).

In our contribution, we have evaluated results of 10 long-term field experiments established in 10 stations differing in soil and climate conditions, in which various management practices were applied, including variant organic and mineral fertilisation and different crop rotations. Organic C content in the topsoil and organic matter balance were evaluated as indicators of sustainability.

2 Materials and methods

The long-term field experiments have been pursued by the Crop Research Institute in Prague in several experimental stations for more than 20 years. The oldest ones were established in Prague – Ruzyně in 1955. The altitude of the sites in which the experiments have been pursued differs remarkably and the same is true for the soil and climate conditions. Actually, the sites form a continual pedo- and climate sequence which is characteristic for the arable soils in a temperate region in the middle Europe. The basic site characteristics are shown in Table 1.

Four variants have been selected in each experiment for the evaluation of the effect of organic and mineral fertilisation on the dry matter yields of the main products and on the organic C content in topsoil:

- 1) Control - No organic and / or mineral fertilisation since the establishment.
- 2) NPK - Mineral fertilisation. Average annual N dose 71 kg/ha to 100 kg/ha N (no NPK variant in the VOP experiment).
- 3) FYM - Fertilisation by farmyard manure. Average annual N dose 39 kg/ha to 57 kg/ha N.
- 4) FYM+NPK - Combined organic and mineral fertilisation. Average annual N dose 104 kg/ha to 157 kg/ha N.

Topsoil samples (0 cm – 20 cm) were taken once or twice a year, passed through 2 mm sieve and air dried at room temperature. Total organic C content (TOC) was determined by means of elemental analysers (Leco CNS and Vario Max). Average values of the TOC content in topsoil and the dry matter yields of the main products were calculated over the last crop rotation. In the Ruzyně B experiment (alternative sugar beet and spring wheat growing) over the decade 1997 – 2006. Organic matter balances were calculated according to Neuberg et al. (1990).

Table 1: An overview of the long-term field experiments with the basic site characteristics

Station	Established (year)	Altitude (m)	Taxonomical unit	Texture class	pH (KCl)	Av. ann. T (°C)	Av. ann. rainfall (mm)
Hněvčeves PF	1979	265	Orthic Luvisol	clay - loam	6,9	8,2	573
Kostelec PF	1979	290	Orthic Luvisol	sandy - loam	5,6	7,6	681
Ruzyně B	1955	340	Orthic Luvisol	clay - loam	7,0	7,9	472
Ruzyně III	1955	340	Orthic Luvisol	clay - loam	7,0	7,9	472
Ruzyně IV	1955	340	Orthic Luvisol	clay - loam	7,0	7,9	472
Trutnov	1966	427	Eutric Cambisol	sandy - loam	6,6	7,5	750
Humpolec PF	1979	525	Stagno-gleyic Cambisol	sandy - loam	6,9	6,5	667
Pernolec PF	1979	530	Stagno-gleyic Cambisol	sandy - loam	6,8	7,1	559
Lukavec VOP	1955	610	Stagno-gleyic Cambisol	sandy - loam	5,8	6,8	667
Vysoké PF	1979	670	Dystric Cambisol	loamy - sand	6,8	6,5	995

3 Results and discussion

3.1 EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILISATION ON THE TOTAL ORGANIC C (TOC) CONTENT IN TOPSOIL

Average values of the organic C (TOC) content in topsoil samples from the selected plots in the long-term field experiments are presented in Figure 1. There are distinct differences among the sites in the TOC content in topsoil, apparently due to the pedogenic factors, like parent material lithology and mineralogy, particle size distribution or topography. The differences among TOC content in non fertilized (control) variants reach almost 75% (0.95% C in Kostelec PF and 1.67% C in Vysoké PF). The effect of various fertilisations is much less pronounced. It varied between 5% C in Kostelec PF and 23% in Trutnov or Ruzyně B. The effect of mineral NPK fertilisation on the organic C content in topsoil was positive in Luvisols and Cambisols, while its effect was slightly negative in Dystric Cambisol in Vysoké.

The effect of organic fertilisation by farmyard manure and of combined organic and mineral fertilisation on the total organic C content in topsoil was positive in all experiments. The effect of farm yard manure was about 2 to 5 times higher than that of mineral NPK fertilisers in Luvisols and 10 to 14 times higher in Cambisols.

The increment of the TOC content in topsoil due to organic and mineral fertilisation (ΔC), which is a difference between the TOC content in fertilised variants and appropriate non fertilised controls is presented in Figure 2. Remarkable differences in the effect of organic and mineral fertilisers on the TOC accumulation in topsoil in individual sites could be partly explained by the different doses of the fertilisers and differences in crop rotation. However, the effect of the site conditions (i.e. soil and climate conditions) is clearly expressed as well. The TOC content in Luvisols is much less affected by organic and mineral fertilisation than that in Cambisols.

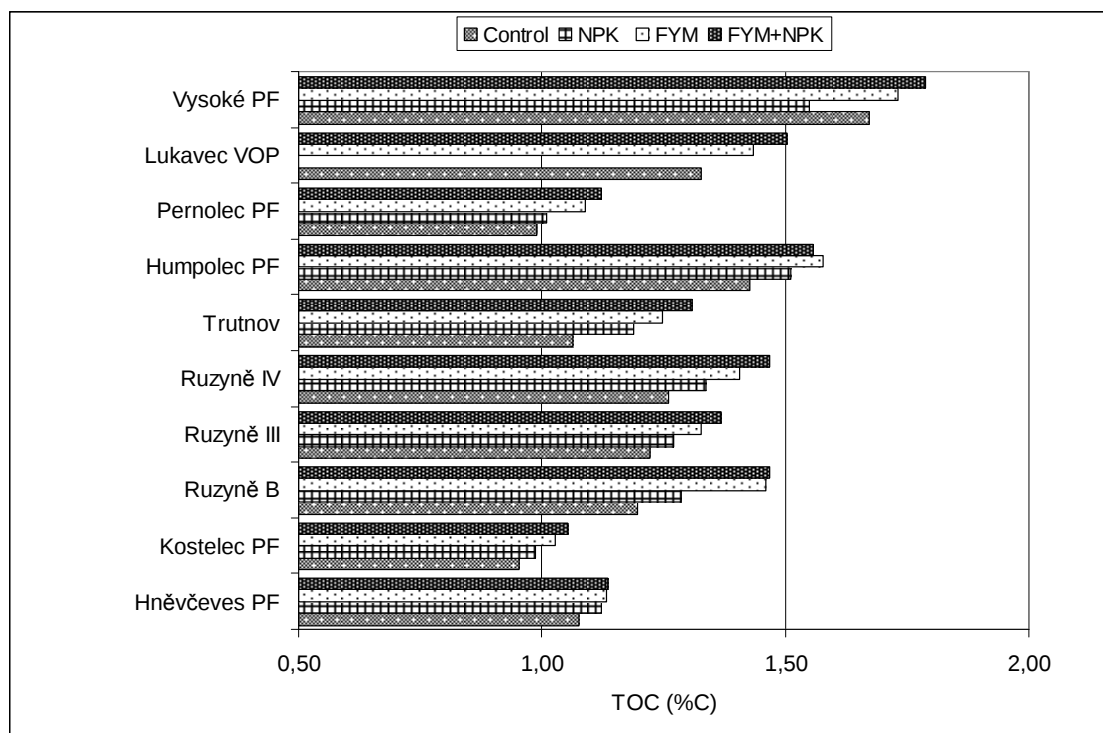


Figure 1: Average organic C content in topsoil in the selected experiments and variants (% C)

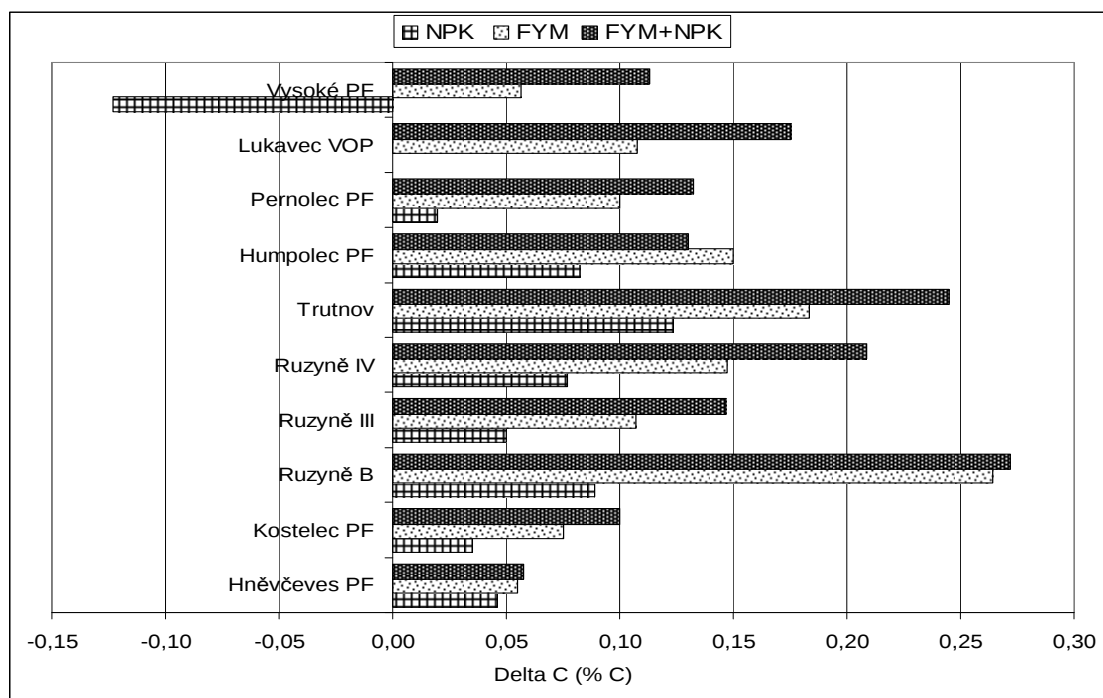


Figure 2: An increment of the total organic C content in fertilised variants (delta C, % C)

3. 2 EFFECT OF ORGANIC AND MINERAL FERTILISATION ON THE DRY MATTER YIELDS OF THE MAIN PRODUCTS

Similarly to the TOC content in topsoil, there were distinct differences in the average dry matter (DM) yields in individual experiments (more than 3-times higher DM yields in the control variants in Humpolec PF and in Vysoké PF, Figure 3). Besides of the soil and climate conditions, the crops and crop rotation strongly affected the average DM yields as well. The effect of various fertilisations on the average DM yields was much more pronounced, as compared to the TOC. It varied between 25% in Ruzyně III and 102% in Ruzyně B. Apparently, the nine years crop rotation with 22% Lucerne maintained a relatively high level of the DM yields in Ruzyně III than the extremely intensive alternative growing of sugar beet and spring wheat in Ruzyně B.

The increment of the DM yields due to organic and mineral fertilisation (delta DM), which is a difference between the DM yields in fertilised variants and appropriate non fertilised controls is presented on Figure 4.

Generally, the effect of organic fertilisers on the DM yields (calculated per 1 kg N added) was stronger than that of mineral fertilisers in most experiments, except for Humpolec PF.

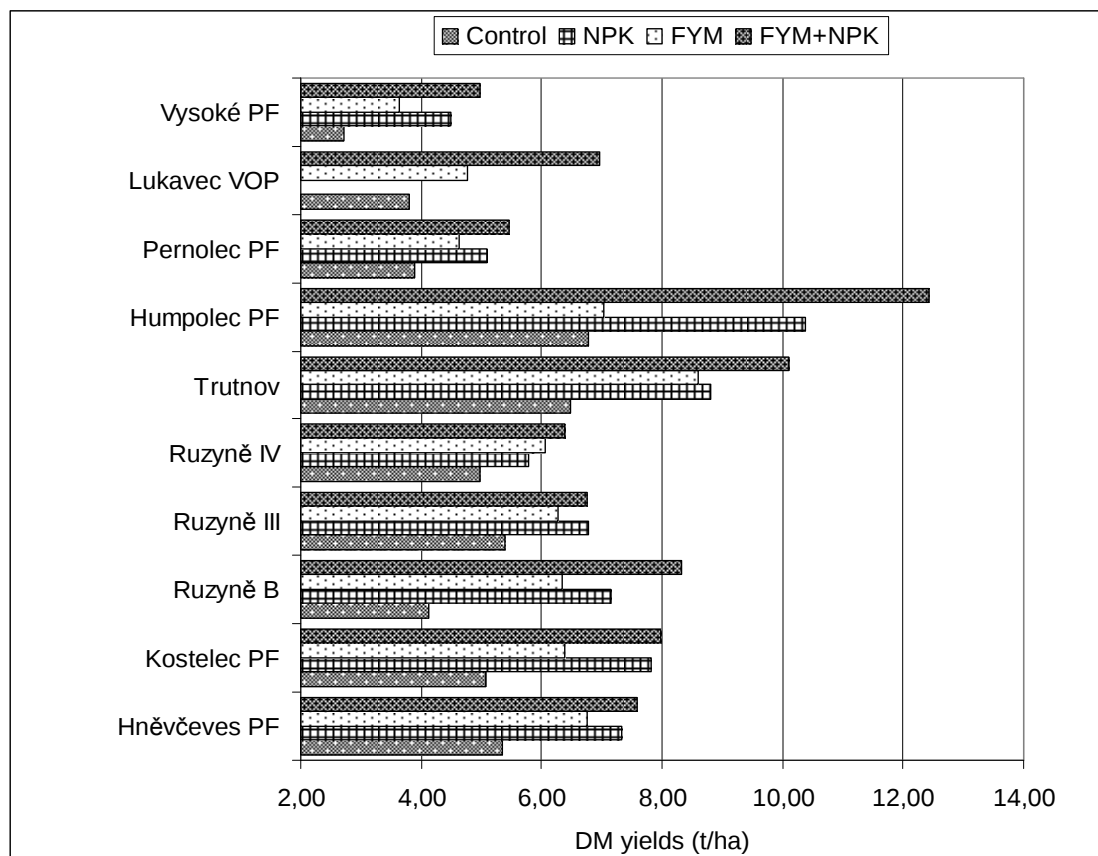


Figure 3: Average dry matter yields of the main products in the selected experiments and their variants (t/ha)

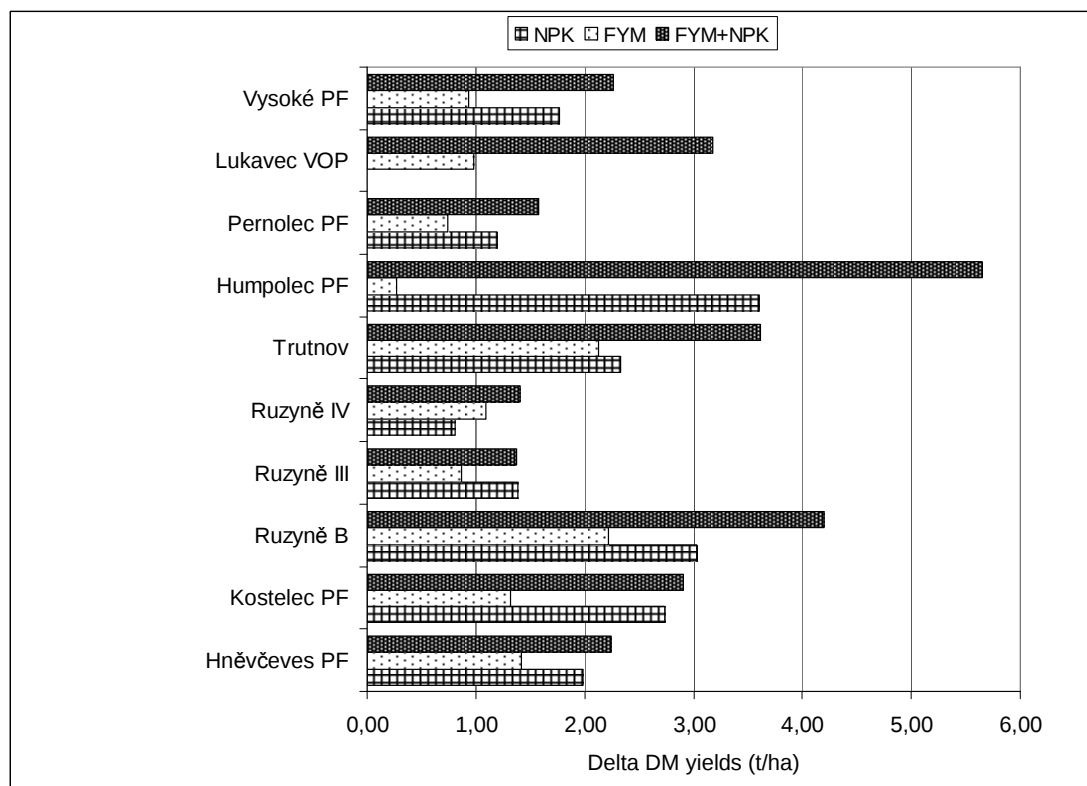


Figure 4: An increment of the dry matter yields in fertilised variants (delta Y, t/ha annually)

3.3 ORGANIC MATTER (OM) BALANCE

Organic matter balance was calculated as a difference between a normative need of organic matter (NNOM) and organic matter supply via farmyard manure. The NNOM is estimated according to crop rotation and soil texture (Neuberg et al., 1990). We have calculated delta OM balance as a difference between the OM balance in fertilised variants and in control variants. Delta OM balance in mineral fertilised variants is equal to zero, because the method does not reflect effects of mineral fertilisers on the OM balance (i.e. the OM balance in mineral fertilised plots equals to the appropriate control plots). Results are shown on Figure 5.

3.4 RELATIONSHIP AMONG THE DELTA OM, DELTA C AND DELTA DM YIELDS IN THE SELECTED VARIANTS AND EXPERIMENTS

Organic matter balance is supposed to provide guidelines for organic matter supply in order to reach an optimum soil organic matter content in topsoil and maximum dry matter yield of the main products. That is why a testing of the relationships between the organic matter balance, organic matter content in topsoil and the DM yields has a high practical relevance. We have used linear regression and correlation for this purpose. In order to eliminate (mitigate) the differing nutrient doses, we have used delta DM yields calculated per 1 kg N added either in farmyard manure or in mineral fertilisers.

Correlation coefficients are presented in Table 2. They show statistically highly significant correlation between the delta OM balance and delta TOC content in topsoil ($r = 0.717$).

However, there is no close relationship between delta OM balance and delta DM yields of the main product. Similarly, there is no close relationship between delta TOC content in topsoil and delta DM yields.

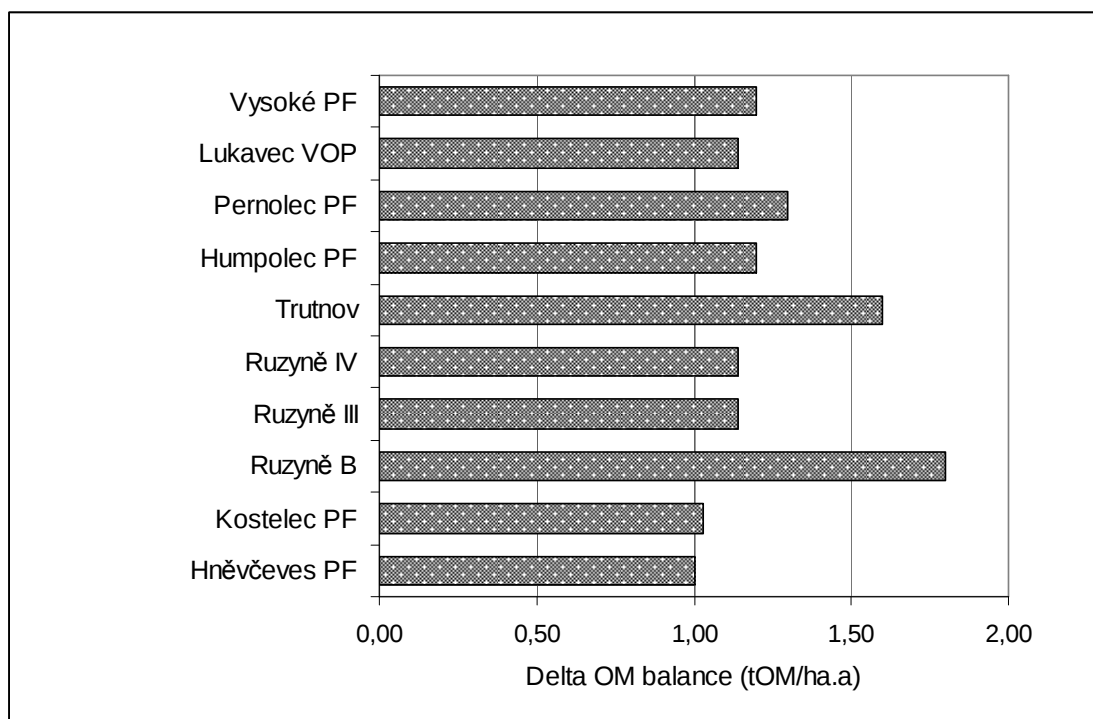


Figure 5: Delta OM balance in the farmyard manure treated variants in the selected long-term field experiments (t OM/ha.a)

Table 2: Correlation coefficients between delta TOC content, delta DM yields and delta OM balance in selected variants of the long-term field experiments

	Delta C	Delta DM
Delta OM	0.717	0.097
Delta DM	0.189	

As the dry matter yields of the main products as a criterion of soil fertility did not show either a significant relation direct relation to the OM balance or to TOC content, we have also tested relations of the DM yields to the nutrient supply in fertilisers. The average dry matter yields of the main products were related to 1 kg N supplied as FYM or as mineral fertilisers. Efficiency of the FYM and mineral fertilisation is shown on Figure 6. We can see distinct differences in the efficiency of nutrients from FYM and from mineral fertilisers in various sites and experiments. While the efficiency of N in FYM is about 31% higher than that of mineral fertilisers in Luvisols, on an average, the efficiency of FYM is similar to that of mineral fertilisers in Cambisols (in Humpolec PF is the NPK efficiency much higher than that of FYM).

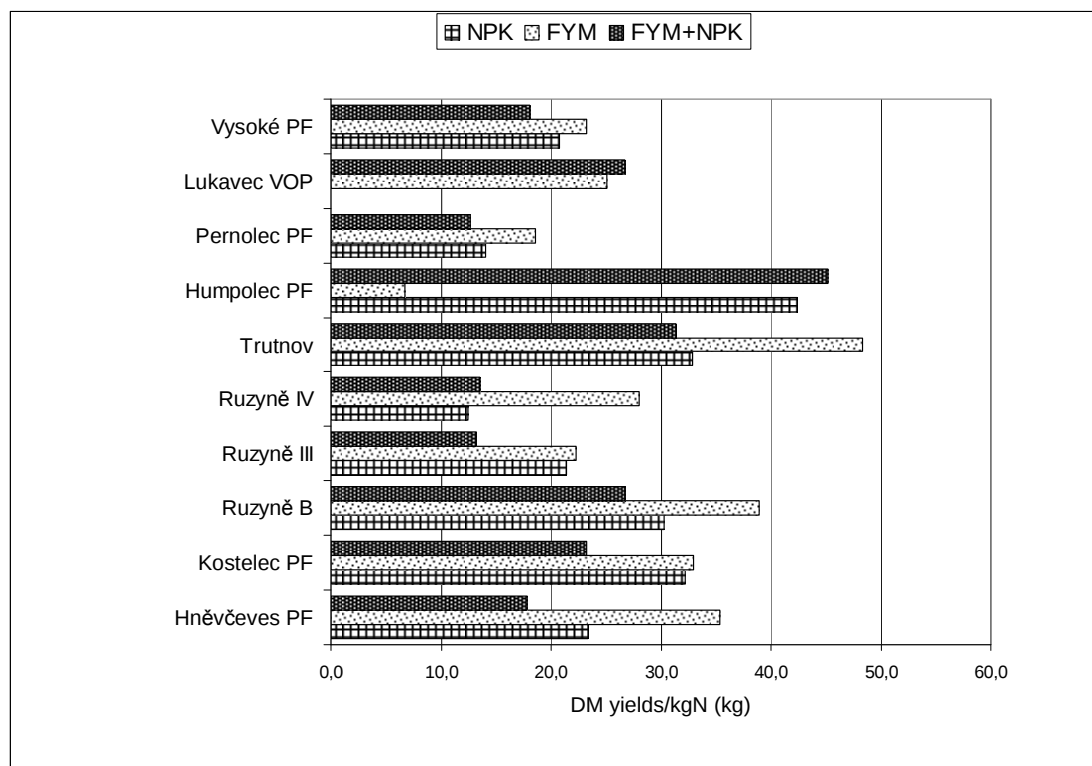


Figure 6: Efficiency of the FYM and mineral fertilisation on the DM yields (kg DM/kgN)

Apparently, the relationships between the soil organic matter content, organic matter balance, and soil fertility (the dry matter yields, in our case) is rather complicated. Moreover, the method used for the organic matter balance is rather simple. It does not take into account the effect of mineral fertilisers on the organic matter balance, e.g. further development of organic matter balancing is therefore needed.

4 Conclusions

Using data of 10 long-term field experiments conducted in varying soil and climate conditions, following conclusions can be derived:

- Total organic carbon content in topsoil depends on local soil and climate conditions (essentially, pedogenic factors)
- The effect of cropping and of organic and mineral fertilisation on the total organic C content in topsoil is quantitatively inferior to the site effect
- Therefore, optimum organic C content in topsoil is site specific and it has to be tuned according to local soil properties and climate conditions.
- Organic matter supply is essential for the maintenance of optimum soil organic matter level in most farming systems. A rather simple method for the estimation of organic matter balance has shown a statistically significant correlation between the estimated organic matter balance and the total organic C content in soil.
- Average dry matter yields of the cultivated crops differed remarkably in individual sites and variants. Besides of the site conditions, difference in the cultivated crops (crop

rotations) played an important role. Nevertheless, the effect of organic and mineral fertilisation could be distinctly quantified.

- The efficiency of organic fertilisation as compared to the efficiency of mineral nutrition (both calculated for total N supply) related to the dry matter yields differed in individual sites. The FYM fertilisation was mostly more effective, except for the experiment Humpolec PF.
- The relationships between estimated organic matter balances and dry matter yields, however were not statistically significant. A reason for that may be in either in differing reaction on the mineral fertilisation and organic matter input in various soils, or in the method for estimation of organic matter balance.

5 Literature

Kubát, J., Lipavský, J. 2006. Steady state of the soil organic matter in the long-term field experiments. *Plant Soil Environ*, 52(Special Issue): 9-14

Neuberg, J. 1990. Komplexní metodika výživy rostlin (Plant nutrition methodology. In Czech). ÚVTIZ Praha, 327 p.

Kakovost tal po nanosu blata komunalne čistilne naprave

Marjetka SUHADOLC²⁴, David B. GRAHAM²⁵, Franc LOBNIK²⁶

Izvilleček

Informacij o vplivu blat komunalnih čistilnih naprav na kakovost tal s stališča sposobnosti tal za izvajanje njihovih funkcij je malo. Preučevali smo vpliv dodatka blata na kemijske lastnosti tal, strukturo talne mikrobne združbe in na mikrobno pogojeno razgradnjo herbicida glifosata. Dodatek blata je povečal vsebnosti nekaterih hranil (skupni N, NH_4^+ , dostopni P in K, organski ogljik) in težkih kovin (Zn, Cu, Pb). Dostopnost težkih kovin v tleh, določena s sekvenčnimi ekstrakcijami, se ni spremenila, z izjemo Zn. Z restrikcijsko analizo namnoženih fragmentov (RFLP) 16s/18s rDNA in uporabo univerzalnih glivnih in bakterijskih začetnih oligonukleotidov smo ugotovili jasne razlike v strukturi bakterijske in glivne združbe po dodatku blata. Ugotovili smo, da je bil vpliv dodatka blata na glivno združbo v tleh kratkotrajnejši kot na bakterijsko. Dodatek blata je nadalje značilno pospešil razgradnjo herbicida glifosata. V tleh z dodanim blatom je bila mineralizacija $33,6 \pm 1\%$ v 2 mesecih, medtem ko je v kontrolnih tleh znašala $21,6 \pm 1\%$. Najverjetnejši razlog za spremembo strukture mikrobne združbe in povečano razgradnjo glifosata je ugoden vpliv blata na fizikalno kemijske lastnosti tal. Negativnega vpliva potencialno toksičnih snovi prisotnih v blatu na delovanje mikrobne združbe v tleh nismo zaznali z metodami, ki smo jih uporabili v naši študiji.

Ključne besede: Blato komunalnih čistilnih naprav, onesnaženost tal, težke kovine, mikrobna združba, razgradnja fitofarmaceutskih sredstev

Soil quality after sewage sludge application

Abstract

Limited information exists on the effects of sewage sludge on soil quality with regard to their ability to maintain soil functions. We studied effects of sewage sludge amendment on soil chemical properties, microbial community structure and microbial degradation of the herbicide glyphosate. Sludge did increase some nutrients (total N, NH_4^+ , available P and K, organic carbon) and some heavy metals contents (Zn, Cu, Pb) in soil. Heavy metal availability in soil, determined by sequential extraction was unchanged, except for Zn. Restriction fragment length polymorphism (RFLP) analyses of 16s/18s rDNA, using universal fungal and bacterial primers, revealed clear shifts in bacterial and fungal community structure after amendment. Fungal fingerprints showed greater short term effects of sewage sludge, whereas sewage sludge seems to have prolonged effects on soil bacteria. Furthermore, sewage sludge amendment significantly increased glyphosate degradation from $21.6 \pm 1\%$ to $33.6 \pm 1\%$ over a 2 months period. The most probable reasons for shifts in microbial community structure and increased degradation of glyphosate are beneficial alterations to the physical-chemical characteristics of the soil. Negative effects of potentially toxic substances present in the sewage sludge on soil microbial community functioning were not observed with the methods used in our study.

Key words: sewage sludge, soil pollution, heavy metals, microbial community, pesticide degradation

1 Uvod

Odpadna blata komunalnih čistilnih naprav nastanejo med obdelavo komunalnih odpadnih vod urbanih središč in so njihov neizogiben stranski produkt. V splošnem vsebujejo veliko

²⁴ Doc. dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: metka.suhadolc@bf.uni-lj.si

²⁵ Mag., Webber Rd, Wyrallah, 2480, NSW, Australia, e-pošta: wyrallah@hotmail.com

²⁶ Prof. dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: franc.lobnik@bf.uni-lj.si

organskega ogljika in mineralnih rastlinskih hranil, zato so potencialno lahko dobro gnojilo (Marinari in sod., 2000; Adani in Tambone, 2005). Med različnimi možnostmi odlaganja gošč komunalnih čistilnih naprav, je njeno odlaganje na zemljišča najbolj ekonomsko smotno (Sanchez Monedero in sod., 2004; Egiartea in sod., 2006). Stroški odlaganja blat komunalnih čistilnih naprav na zemljišča so namreč manjša od metod incineracije in odlaganja v morje, medtem ko sežigalnice nimajo tolikšnih kapacitet, da bi v sežig sprejemala blata (Disposal..., 2002). Vendarle pa je uporaba blata kot gnojila tlem pogosto omejena zaradi prisotnosti težkih kovin (Singh in Agrawal in sod., 2008). Zaradi dokazov, da se vsebnost težkih kovin v tleh poveča zaradi uporabe blat komunalnih čistilnih naprav kot gnojila (Bergkvist in sod., 2003; Singh in Agrawal, 2007; Mantovi in sod., 2005), je Evropska unija uvedla mejne vrednosti težkih kovin z namenom zmanjšanja škodljivih vplivov blata na okolje (Disposal..., 2002).

Mikrobne združbe v tleh so esencialnega pomena za številne procese v tleh in s tem za delovanje talnega ekosistema, zato je za celovito vrednotenje dodajanja blat komunalnih čistilnih naprav na zemljišča, pomembno preučiti tudi vpliv blata na mikrobe, saj blato lahko vsebuje tudi mikroorganizmom potencialno toksične snovi, kot so na primer težke kovine. Številne študije dokazujejo občutljivost mikrobnih združb na povečane vsebnosti težkih kovin (Mårtensson in Witter, 1990; Dahlin in sod., 1997; Giller in sod., 1999). Potrebno je poudariti, da so mejne vrednosti težkih kovin v tleh, pri katerih je vpliv težkih kovin škodljiv za mikrobe, še vedno predmet številnih razprav. Pomembnejši od vpliva težkih kovin na strukturo mikrobnih združb pa je njihov vpliv na procese v tleh.

Z raziskavo smo preučili vpliv dodatka izbranega blata komunalne čistilne naprave na kemijske lastnosti tal, strukturo mikrobne združbe in na delovanje mikrobne združbe v tleh na primeru razgradnje modelnega fitofarmacevtskega sredstva glifosata.

2 Material in metode dela

2.1 TLA

V poskusu smo uporabili rjava obrečna tla (Eutric Fluvisol) brez zgodovine nanašanja blata komunalnih čistilnih naprav, to so tla, na katerih blata niso bila še nikoli uporabljena. Talni material smo odvzeli iz ornice obdelovalnih tal (Ap horizont, 0-25 cm) na terasi reke Save v Ljubljani, Slovenija. Tla so bila po ameriški teksturni klasifikaciji ilovica s sestavo: 41,1% peska, 49,8% melja in 9,1% gline. Ostale lastnosti vzorca tal pa so bile naslednje: pH (CaCl₂) 7,4, vsebnost organske snovi 3,49 %, N_{tot} 0,19 %, C/N 10:1, K₂O 7,3 mg/100g, P₂O₅ 18,8 mg/100g, CEC 23,00 mmol⁺/100g.

2.2 BLATO KOMUNALNE ČISTILNE NAPRAVE

Izbrano dehidrirano blato komunalne čistilne naprave je ustrezalo slovenskim standardom za uporabo blata na kmetijskih zemljiščih (Uredba..., 1996; Uredba..., 2004). V blatu so bile prisotne nekatere težke kovine: Zn (1000 mg/kg), Pb (110 mg/kg), Cd (2 mg/kg), Cu (430 mg/kg), Ni (39 mg/kg), Cr (44 mg/kg), Hg (1,7 mg/kg). Ostale kemijske lastnosti blata pa so bile: pH (CaCl₂) 7,3, TOC 25%, skupni N 5,5%, K₂O 0,28 mg/kg, P₂O₅ 5,5 mg/kg. V blatu je bilo veliko topnega organskega ogljika (45000 mg kg⁻¹ suhe snovi) in amonijskega iona (11000 mg kg⁻¹ suhe snovi). Delež suhe snovi v blatu je znašal 23%.

2.3 KOLONSKI POSKUS

Kolone premera 15,5 cm in višine 40 cm smo ročno napolnili s svežim, presejanim skozi 5 mm sito in homogeniziranim vzorcem tal v skladu z njihovo volumsko gostoto na polju (1,3 g/cm³). V tleh smo vzdrževali konstantno vlago s kapljičnim zalivanjem trikrat tedensko po 100 ml/kolono. V polovici kolon smo v zgornja 2 cm tal zamešali blato komunalne čistilne

naprave, v drugi polovici pa smo ekvivalentno premešali zgornja 2 cm tal, vendar brez dodatka blata. Polovico kolon smo podrlji 3. dan poskusa, drugo polovico pa 90. dan poskusa. Talne vzorce smo analizirali po plasteh.

2.4 STRUKTURA MIKROBNE ZDRUŽBE

V talnih vzorcih obeh vzorčenj smo preučili strukturo bakterijske in glivne mikrobne združbe z metodo RFLP (restriksijska analiza namnoženih fragmentov), pri kateri smo namnožili specifične odseke genomske 16S/18S DNA ter po dvojnem razrezu z restriksijskimi encimi profile fragmentov medsebojno primerjali. Nukleinske kisline smo ekstrahirali direktno iz tal s pomočjo kita za talne vzorce. Specifične odseke rDNA smo pomnožili z univerzalnimi pari začetnih nukleotidov značilnih za bakterijsko 16S rDNA (B27/L140) (Nübel in sod., 1996; Orphan in sod., 2001) in glivno 18S rDNA (ITS1/ITS4) (White in sod., 1990). PCR produkte smo očistili in izvedli dvojni razrez namnoženih odsekov z restriksijskima encimoma AluI in MspII. Produkta smo ločili s poliakrilamidno elektroforezo, gel obarvali z srebrovim nitratom, osvetlili z UV svetlobo in fotografirali. Hierarhično klustersko analizo restriksijskih profilov 16S/18S DNA smo izvedli s programskim paketom GelCompareII. Na osnovi prisotnosti/odsotnosti bandov smo z metodo UPGMA (the unweighed pair group method using arithmetic averages) izdelali dendrograme podobnosti restriksijskih profilov.

2.5 POSKUS RAZGRADNJE GLIFOSATA

Poskus je bil izveden v laboratorijskih pogojih kot opisuje Schroll in sodelavci (2004). V poskusu smo uporabili tla kolonskega poskusa in sicer zgornjo homogenizirano 2 cm plast tal odvzeto 90. dan po dodajanju blata. V bučke biodegradacijskega sistema smo zatehtali 50 g svežih tal. Glifosat (363 µg) označen z izotopom ^{14}C smo kapljično nanесли na manjšo količino suhih tal (3,5 g) in jih zamešali v preostala tla v bučki. Sistem smo neprodušno zaprli. Trikrat tedensko smo ga prezračili in izhlapele snovi lovili v posebnih lovilcih. Sproščen $^{14}\text{CO}_2$ smo fiksirali v 0,1 M NaOH in ga vzorčili v rednih časovnih intervalih v obdobju 63 dni. Radioaktivnost (^{14}C) smo merili na scintilacijskem števcu.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 VSEBNOST HRANIL V TLEH

Dodatek blata je značilno povečal vsebnost organske snovi tal. Vsebnost organskega ogljika je 3. dan poskusa v tleh z dodatkom blata znašala 4,05% v primerjavi s 3,40% v kontrolnih tleh, vendarle pa po 90. dneh kolonskega poskusa statistično značilnih razlik v zgornjih 2 cm tal med obravnavanjema nismo več zaznali (tla z dodatkom blata 3,50% in kontrolna tla 3,38%). Dodatek blata komunalne čistilne naprave tlem je značilno povečal tudi vsebnosti dušika (amonijskega iona in skupnega dušika) ter lahko dostopnega fosforja in kalija. Po treh mesecih so bile razlike med obravnavanjema manjše kot tretji dan poskusa, kar lahko pojasnimo z izpiranjem hranil v spodnje plasti tal.

3.2 VSEBNOST IN DOSTOPNOST TEŽKIH KOVIN V TLEH

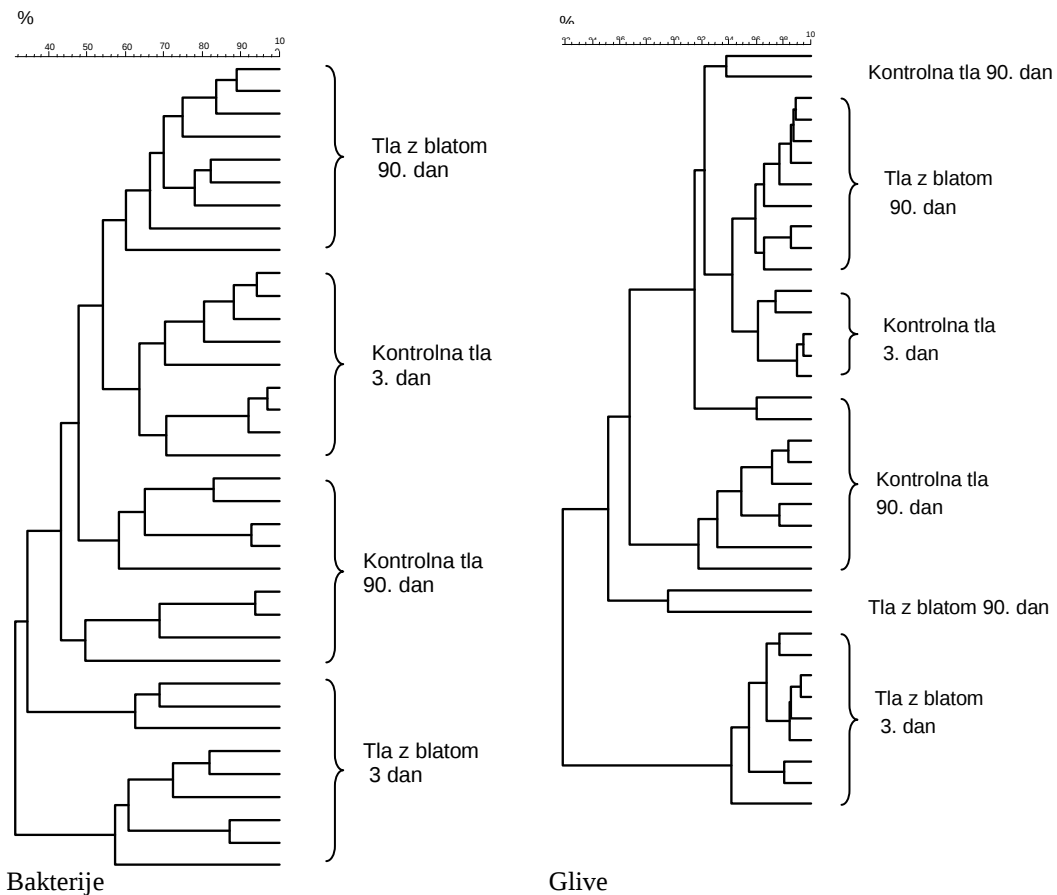
Dodatek blata komunalne čistilne naprave je značilno povečal skupno vsebnost cinka, bakra in svinca, če primerjamo tla z dodatkom blata in kontrolna tla v obeh dnevih vzorčenja, to je 3. in 90. dan poskusa. Potrebno pa je poudariti, da so bile vse vsebnosti težkih kovin po slovenski zakonodaji pod mejnimi vrednostmi za težke kovine v tleh. Poleg tega pa lažje dostopnih oblik težkih kovin, to je v vodni in izmenljivi frakciji, nismo zaznali niti tretji niti 90. dan poskusa (rezultati niso prikazani). Sklepamo, da so se kovine dodane z blatom

komunalne čistilne naprave relativno hitro vezale na karbonate, organsko snov in glinene delce.

Preglednica 1: Vsebnost težkih kovin v zgornjih 2 cm kontrolnih tal in tal z dodatkom blata 3. in 90. dan poskusa. Podana so povprečja in standardni odkloni štirih ponovitev.

Težka kovina	Mejne vrednosti v tleh v RS [#]	3. dan		90. dan	
		Kontrolna tla	Tla z dodatkom blata	Kontrolna tla	Tla z dodatkom blata
Zn	200	58,0 ±0,8	88,9 ±2,3	60,8 ±1,0	77,5 ±3,8
Pb	85	23,8 ±0,5	26,4 ±0,6	25,0 ±0,0	26,6 ±0,7
Ni	50	19,4 ±0,5	17,9 ±0,6	19,5 ±0,4	18,0 ±0,4
Cr	100	14,3 ±0,5	14,7 ±0,4	15,0 ±0,0	14,7 ±0,5
Cu	60	15,0 ±0,0	18,7 ±1,1	15,0 ±0,0	20,9 ±1,1
Cd	1	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2

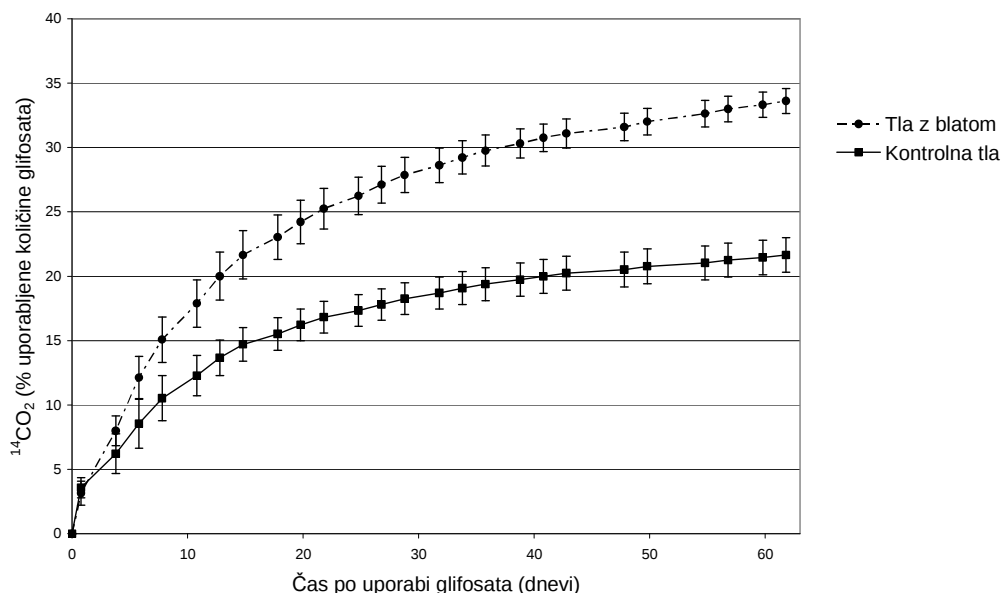
[#]Mejne vrednosti težkih kovin v tleh (mg/kg) po slovenski zakonodaji (Uredba..., 1996b)



Slika 1: Dendrogram profilov 16/18S rDNA (bakterije/glive) tal z dodatkom blata komunalne čistilne naprave in kontrolnih tal 3. in 90. dan poskusa.

3.3 STRUKTURA MIKROBNE ZDRUŽBE V TLEH

Spremljanje strukture talne mikrobne združbe je pokazala, da je dodatek blata komunalne čistilne naprave značilno spremenil združbi bakterij in gliv v tleh (Slika 1). Grupiranje restrikcijskih profilov 16s rDNK odseva obe obravnavanji in oba časa vzorčenja. Izjem praktično ni. Ugotovili smo, da ima na bakterijsko združbo v tleh dodatek blata večji vpliv 3. dan po dodajanju blata v primerjavi z 90. dnem. Vendarle pa je tudi 90. dan vpliv blata na strukturo bakterijskih združb še vedno jasen, saj restrikcijski profili 16s rDNK oblikujejo samostojen klaster. Grupiranje restrikcijskih profilov 18s rDNK kaže, da ima dodatek blata, podobno kot pri bakterijah, večji vpliv na glivne združbe 3. dan v primerjavi z 90. dnem. Za razliko od bakterij, pa je vpliv blata na glive kratkotrajnejši. Podobnost med profili 18s rDNK kontrolnih tal in tal z dodatkom blata je 90. dan vzorčenja namreč relativno velika (85 do 92%). Vzrok sprememb v strukturi bakterijskih in glivnih združb težko zanesljivo določimo zaradi kompleksne kemijske in fizikalne narave blata komunalne čistilne naprave in spremenjenih talnih lastnosti zaradi dodatka blata.



Slika 2: Mineralizacija ^{14}C označenega glifosata v kontrolnih tleh in tleh z dodatkom blata komunalne čistilne naprave v obdobju dveh mesecev po njegovi uporabi.

3.4 RAZGRADNJA HERBICIDNEGA GLIFOSATA

Razgradnja fitofarmacevtskih sredstev v tleh je eden ključnih procesov pri ohranjanju rodovitnosti in kakovosti tal, zato nas je zanimalo ali dodatek blata komunalne čistilne naprave vpliva na razgradnjo modelnega fitofarmacevtskega sredstva. Kot modelno sredstvo smo izbrali široko uporabljani in relativno lahko razgradljivi herbicid glifosat. Ugotovili smo, da je dodatek blata komunalne čistilne naprave značilno povečal mineralizacijo glifosata v tleh za skoraj 60 % v dveh mesecih po uporabi herbicida (Slika 2). Ob koncu poskusa, t.j. 63 dni po uporabi herbicida, je tako v tleh z dodatkom blata kumulativno mineraliziralo 33,6% uporabljene količine glifosata, v primerjavi z 21,6% v kontrolnih tleh.

Najverjetnejša razlaga za stimulativen vpliv blata na razgradnjo glifosata je v ugodnih lastnostih blata, ki vplivajo na povečano mikrobno aktivnost. Ker pa bazalne mikrobne aktivnosti v naši študiji nismo določali, tega z gotovostjo ne moremo sklepati. Vendarle je

znano, da dodatek blata komunalne čistilne naprave izboljša nekatere kemijske lastnosti tal (pregled v: Singh in Agrawal, 2007), ki so ugodne za mikrobe. Povečane vsebnosti nekaterih hranil (lažje dostopnih oblik dušika, fosforja in kalija) v tleh po dodatku blata v naši študiji to možnost potrjujejo.

Dodatek blata je povečal tudi vsebnosti težkih kovin: Zn, Cu in Pb v tleh, vendarle so se že kmalu po dodajanju vezale na talne koloide ter bile s tem relativno slabo dostopne. Ker pa je prav biološka dostopnost težkih kovin ključnega pomena za njihovo toksično delovanje na mikrobe in posledično na mikrobno pogojeno razgradnjo organskih onesnažil v tleh (Suhadolc in sod., 2004), rezultat naše študije, to je „ne negativni“ vpliv blata na razgradnjo glifosata, ni presenetljiv.

4 Sklepi

Dodatek blata je stimulatивно vplival na razgradnjo herbicida glifosata v tleh. Najverjetnejši razlog za povečano razgradnjo glifosata je ugoden vpliv blata na fizikalne, kemijske in biološke lastnosti tal. Ugotovili smo povečano vsebnost organske snovi in vsebnosti hranil (N, P, K). Povečane vsebnosti nekaterih težkih kovin (Zn, Cu, Pb) v tleh zaradi dodatka blata na razgradnjo izbranega herbicida niso imele značilnega vpliva. Negativnega vpliva potencialno toksičnih snovi prisotnih v blatu na delovanje mikrobne združbe v tleh z metodami uporabljenimi v naši študiji tako nismo zaznali. S kmetijskega stališča seveda rezultatov naše študije ne moremo prenesti na druga fitofarmacevtska sredstva ali druge kombinacije tal in blata.

5 Literatura

- Adani, F., Tambone, F. 2005. Long-term effect of sewage sludge application on soil humic acids. *Chemosphere*, 60: 1214-1221
- Bergkvist, P., Jarvis, N., Berggren, D., Carlgren, K., 2003. Long-term effects of sewage sludge applications on soil properties, cadmium availability and distribution in arable soil. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, 97: 167-179
- Dahlin, S., Witter, E., Mårtensson, A., Turner, A., Baath, E. 1997. Where's the limit? Changes in the microbiological properties of agricultural soils at low levels of metal contamination. *Soil Biology and Biochemistry*, 29, 9: 1405-1415
- Disposal and Recycling Routes for Sewage Sludge. Part 4 - Economic sub-component report. 2002. European Commission DG Environment, Luxembourg, Office for Official Publications of the European Communities: 121 s.
- Egiarte, G., Camps Arbestain, M., Ruiz-Romera, E., Pinto, M. 2006. Study of the chemistry of an acid soil column and of the corresponding leachates after the addition of an anaerobic municipal sludge. *Chemosphere*, 65: 2456-2467
- Giller, K. E., Witter, E., McGrath, S. P. 1999. Assessing Risks of Heavy Metal Toxicity in Agricultural Soils; Do Microbes Matter? *Human and Ecological Risk Assessment*, 5, 4: 683-689
- Mantovi, P., Baldoni, G., Toderi, G. 2005. Reuse of liquid, dewatered, and composted sewage sludge on agricultural land; effects of long-term application on soil and crop. *Water Research*, 39, 2-3: 289-296
- Marinari, S., Masciandaro, G., Ceccanti, B., Greg, S. 2000. Influence of organic and mineral fertilisers on soil biological and physical properties. *Bioresource Technology*, 72: 9-17
- Mårtensson, A. M., Witter, E. 1990. Influence of various soil amendments on nitrogen-fixing soil microorganisms in a long-term field experiment, with special reference to sewage sludge. *Soil Biology and Biochemistry*, 22: 977-982
- Sanchez Monedero, M. A., Mondini, C., De Nobili, M., Leita, L., Roig, A. 2004. Land applications of biosolids. Soil response to different stabilization degree or treated organic matter. *Waste Management*, 24, 4: 325-332

- Schroll, R., Brahushi, F., Dörfler, U., Kühn, S., Fekete, J., Munch, J. C. 2004. Biomineralisation of 1,2,4-trichlorobenzene in soils by an adapted microbial population. *Environmental Pollution*, 127: 395-401
- Singh, R.P., Agrawal, M. 2007. Effects of sewage sludge amendment on heavy metal accumulation and consequent responses of *Beta vulgaris* plants. *Chemosphere*, 67, 11: 2229-2240
- Suhadolc, M., Schroll, R., Gattinger, A., Schlöter, M., Munch, J. C., Leštan, D. 2004. Effects of modified Pb-, Zn-, and Cd- availability on the microbial communities and on the degradation of isoproturon in a heavy metal contaminated soil. *Soil Biology and Biochemistry*, 36: 1943-1954
- Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednostih nevarnih snovi v tleh. 1996. Ur. l. RS št. 68/96
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla. 2004. Ur. l. št. 29/04

WRB 2006 in modificirana jugoslovanska klasifikacija tal kot osnova za novo Slovensko klasifikacijo tal

Tomaž KRALJ²⁷, Nataša J. VIDIC²⁸, Franc LOBNIK²⁹, Primož SIMONČIČ³⁰, Helena GRČMAN³¹

Izvilleček

V Sloveniji uporabljamo različne modifikacije Jugoslovanske klasifikacije tal, uradne nacionalne klasifikacije nimamo. EU je s sprejetjem WRB klasifikacije kot krovne klasifikacije in nomenklature za tla v EU postavila neformalno obvezo uporabe tudi WRB klasifikacije, predvsem pri izmenjavi in interpretaciji podatkov o tleh na evropskem nivoju. Pred postavitvijo uradne Slovenske klasifikacije je zato potrebno razmisliti, ali naj le ta temelji na obstoječi Jugoslovanski klasifikaciji ali bi jo bilo bolj smiselno nadgraditi tudi z diagnostičnimi kriteriji WRB klasifikacije. Namen naše raziskave je bil pripraviti teoretsko primerjavo med modificirano Jugoslovansko in WRB 2006 klasifikacijo in praktično primerjavo na realnih podatkih. V raziskavo smo vključili 59 novih talnih profilov, večina izkopanih v okviru projekta BIOSOIL in 321 talnih profilov izkopanih za pripravo pedološke karte 1:25 000 v obdobju 1961 do 1991, katerih rezultati so shranjeni v talnem informacijskem sistemu Centra za pedologijo in varstvo okolja. Dosedanje primerjave MJKT in WRB 2006 klasifikacije kažejo, da se posamezni talni tipi po MJKT razvrščajo v različne referenčne skupine po WRB, zaradi česar ni možen avtomatski prevod imena brez upoštevanja dejanskih talnih lastnosti, in da je v večini primerov WRB bolj povedna, saj z imenom objasni več talnih lastnosti. WRB 2006 bi bila lahko v kombinaciji z obstoječo modificirano jugoslovansko klasifikacijo dobra osnova nove Slovenske klasifikacije tal.

Glavne besede: klasifikacija tal, slovenska klasifikacija tal, WRB klasifikacija

WRB 2006 and modified Yugoslav soil classification as basis for new Slovenian soil classification

Abstract

In Slovenia we use different modifications of Yugoslav soil classification, official national soil classification system is still not stated. WRB has been the official reference soil nomenclature and soil classification for the European Commission since 1998. There is an informal obligation for European countries to use WRB for interpretation and exchanging soil data. We need to think if our new national classification will be based on modified Yugoslav soil classification or on WRB soil classification system. Aim of our research was to compare modified Yugoslav soil classification with WRB 2006 on theoretical and practical level. Both classifications were compared on 59 soil profiles, most of them made in BIOSOIL project (2006-2008) and on 321 soil profiles from soil information database (Centre for soil and environmental science on Biotechnical faculty) made for Slovenian soil map 1:25.000 in the period from 1961-1991. Results show that in many cases soils named according to modified Yugoslav soil classification are classified in different WRB 2006 reference soil groups. The direct translation of soil names between Yugoslav and WRB classification without data of soil properties is not possible or not correct. Results also show that the name of soil according WRB tells more about soil

²⁷ Asist., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: pedolog@gmail.com

²⁸ Doc. dr., University of California Davis, Department of Geology, One Shields Avenue, Davis, CA USA 95616-8605

²⁹ Prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

³⁰ Dr., višji znan. sod., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana

³¹ Doc. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

properties then soil names of modified Yugoslav classification. There are ideas to prepare new Slovenian classification based on both classifications.

Key words: soil classification, Slovenian soil classification system, WRB classification.

1 Uvod

Razvoj klasifikacije tal v Sloveniji je potekal pod okriljem skupne države, z razvojem Jugoslovanske klasifikacije tal (JKT) (Škorić in sod., 1973 in 1985). Zato v Sloveniji ni bilo večje potrebe po lastni klasifikaciji, so pa različni avtorji tekom uporabe JKT klasifikacijo nekoliko modificirali (Ruprecht, 2008; Stepančič, 1977; Šporar, 2007; Urbančič in sod. 2006). Z osamosvojitvijo Slovenije in njenim vstopom v Evropsko unijo se je potreba po lastni klasifikaciji povečala. Trenutno uporabljamo različne modifikacije JKT, ki pa niso uradno sprejete kot nacionalna klasifikacija. Uzakonjena dokumenta, ki vključujeta tudi krajšo klasifikacijo tal povzeto po Stepančiču (Stepančič, 1977), sta Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodnje sposobnosti vzorčnih parcel iz leta 1984 (Pravilnik..., 1984) ter Pravilnik o določanju in vodenju bonitete zemljišč iz leta 2008 (Pravilnik..., 2008). Klasifikacija je v obeh primerih enaka in prilagojena potrebam ugotavljanja proizvodnega potenciala tal in ni mišljena kot osnovna klasifikacija tal. V svetu so se podobno kot pri nas razvijale nacionalne klasifikacije, velik napredek je bil narejen po drugi svetovni vojni, ko so se z razvojem globalnih trgov in povečevanjem ekonomske moči povečale tudi potrebe po novejših klasifikacijskih sistemih. Do razvoja WRB klasifikacije (World Reference Base for Soil Resources), prva izdaja je bila objavljena leta 1998, (World..., 1998, 2006 in 2007), nismo imeli na voljo nobene mednarodne klasifikacije (Ahrens in sod., 2003). Leta 1998 je Evropska komisija sprejela WRB klasifikacijo kot krovno klasifikacijo in nomenklaturu za tla v Evropski uniji (World..., 2006), zato jo je smiselno uvesti tudi v slovenski prostor oz. bodočo nacionalno klasifikacijo prilagoditi njenim standardom. Namen našega dela je na osnovi uporabe in primerjave v Sloveniji rabljenih modifikacij JKT in WRB klasifikacije postaviti izhodišča novi Slovenski klasifikaciji za tla.

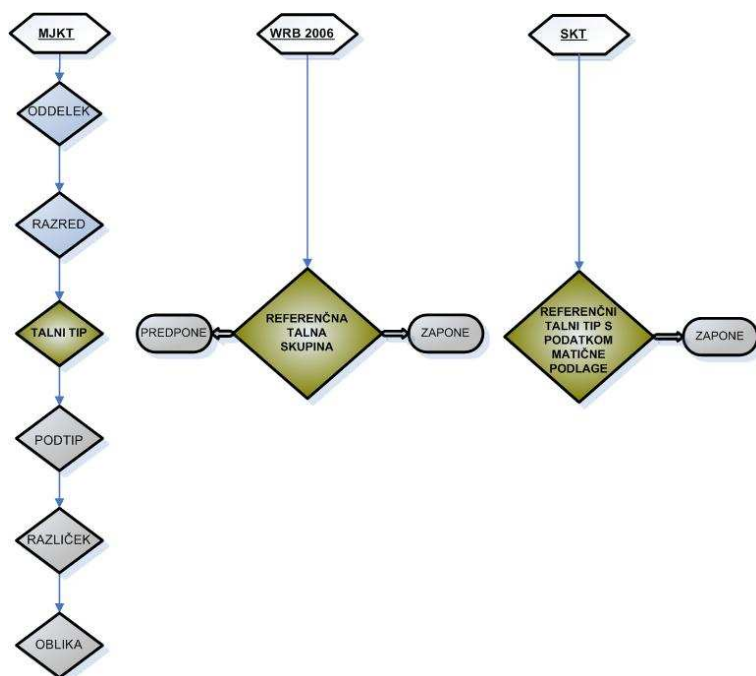
2 Material in metode dela

Delo je potekalo v treh sklopih. V prvi fazi smo pregledali izvorno in različne modifikacije JKT in jih povzeli v skupen dokument imenovan Modificirana Jugoslovanska klasifikacija tal (MJKT). Za nadaljnje delo smo upoštevali predvsem tiste modifikacije uporabljene pri izdelavi pedološke karte Slovenije merila 1: 25.000 (Lobnik in sod., 1999). Diagnostične kriterije MJKT in WRB 2006 smo primerjali na teoretičnem nivoju. V drugi fazi smo obe klasifikaciji uporabili na 59 talnih profilih, narejenih v letih 2006 - 2008, na različnih matičnih podlagah in različnih rabah. Večji del profilov je bil narejen v okviru mednarodnega projekta BioSol, ki ga v Sloveniji vodi Gozdarski inštitut Slovenije (GIS). Kemijske in fizikalne analize so bile opravljene v laboratoriju GIS in Centra za pedologijo in varstvo okolja (CPVO), po metodah kot jih predpisuje ICP forest (IIIa..., 2006). Opis talnih profilov pa smo naredili po najnovejših FAO standardih (Guidelines..., 2006). V tretji fazi smo želeli na večjem številu talnih profilov preveriti, kako WRB 2006 ločuje med različnimi evtričnimi kambičnimi tlemi. Uporabili smo 321 profilov, ki so bili opisani in analizirani v okviru pedološkega kartiranja v R Sloveniji, in so shranjeni v Talnem informacijskem sistemu (TIS) na CPVO ju. Upoštevali smo sledeče talne lastnosti: pH, % organske snovi, % dušika, C/N razmerje, teksturo in kationsko izmenjalno kapaciteto in delež bazičnih kationov.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 PRIMERJAVA MJKT Z WRB KLASIFIKACIJO

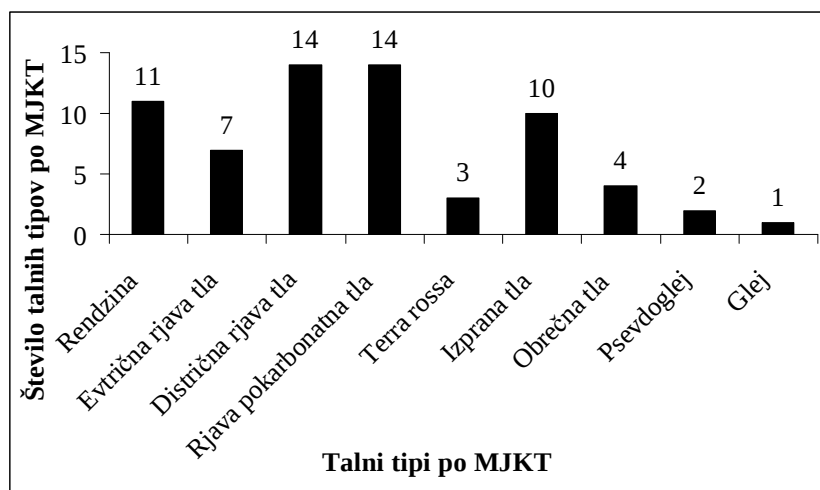
Teoretična primerjava obeh klasifikacij pokaže na razlike v strukturi in izhodiščih. MJKT loči šest nivojev, WRB 2006 pa samo dva (slika 1). Pri podajanju imena po MJKT najprej ugotovimo talni tip ter nadaljujemo s podtipom, različico in obliko. Talne tipe povezujemo v razrede, te pa v oddelke. Pri WRB pa najprej določimo referenčno talno skupino, nato pa jo označimo s kvalifikatorji, razdeljenimi v predpone in zapone. Seznam možnih kvalifikatorjev je podan za vsako referenčno talno skupino. Izhodišče za razvrščanje po MJKT je razvojna stopnja tal, WRB pa razvršča na podlagi diagnostičnih horizontov, lastnosti in snovi. Diagnostični kriteriji pri WRB klasifikaciji so neprimerljivo bolj definirani kot pri MJKT oz. JKT. WRB zato omogoča natančno, primerljivo in ponovljivo klasificiranje, MJKT pa dopušča veliko mero subjektivnosti (Kralj in sod., 2007 in 2008).



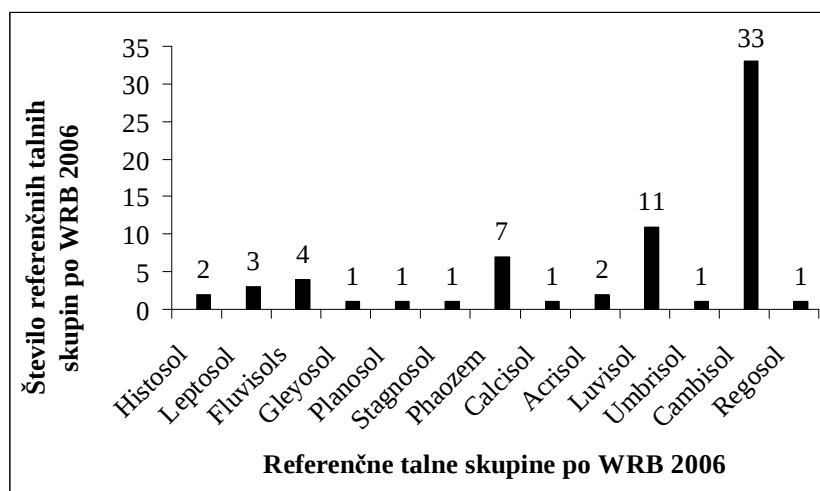
Slika 1: Primerjava strukture MJKT, WRB 2006 in predloga nove Slovenske klasifikacije tal (SKT)

Uporabnost in rezultat obeh klasifikacij smo preverili na 59 talnih profilih, narejenih na območju celotne Slovenije na različnih matičnih podlagah in različnih rabah tal. Zaradi žepastega značaja nekaterih profilov smo v teh profilih določili več kot en talni tip, zato je skupno število dodeljenih imen po MJKT 66 po WRB 2006 pa 68. Sliki 2 in 3 prikazujeta število posameznih talnih tipov po MJKT in število referenčnih talnih skupin po WRB 2006, v katere smo razvrstili 59 talnih profilov. Kot je razvidno iz preglednice 1, ki kaže razvrstitev 59 proučenih talnih profilov po MJKT in pripadajoče referenčne skupine po WRB 2006 klasifikaciji, je največje neujemanje pri rendzinah. Tla, ki smo jih z MJKT poimenovali rendzina, so se po WRB 2006 razvrstili v štiri različne referenčne skupine: Leptosole, Phaozeme, Histosole in Cambisole. Razlike nastajajo zaradi različnega koncepta klasifikacij. Z razvrščanjem po razvojni stopnji se znotraj posameznih talnih tipov pojavljajo tla različnih lastnosti, ki pa jih WRB klasifikacija velikokrat ločuje že na nivoju referenčnih talnih skupin.

Med rendzine na primer spadajo tudi povsem organska tla, ki jih WRB zaradi prisotnosti velikega deleža organske snovi razvršča med histosole.



Slika 2: Število posameznih talnih tipov določenih po MJKT na 59 obravnavanih talnih profilih



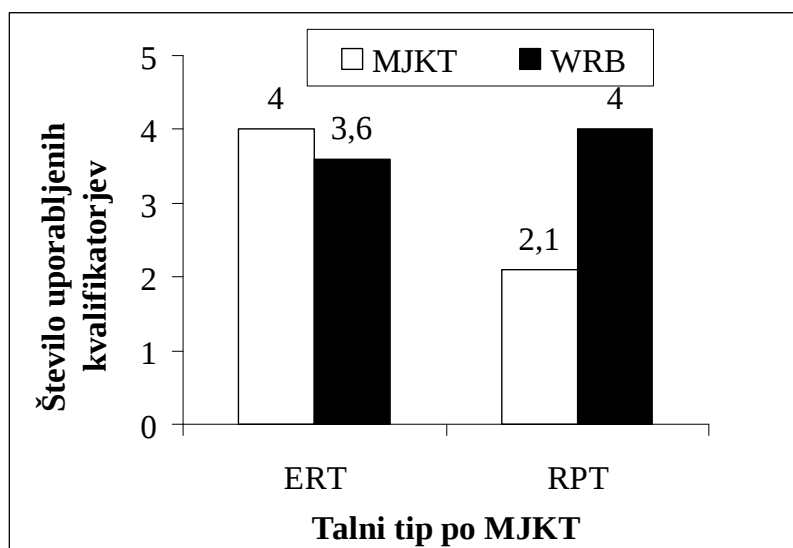
Slika 3: Število posameznih talnih tipov določenih po WRB 2006 na 59 obravnavanih talnih profilih

Ocena kakovosti klasifikacijskega sistema je tudi število pojasnjenih lastnosti v imenu tal. Ime predstavlja interpretacijo talnih lastnosti obravnavanih tal, zato lahko s primerjavo imen, dodeljenih z različnimi klasifikacijskimi sistemi, ugotavljamo primernost ter tudi kakovost določene klasifikacije. Primer: tla smo po MJKT poimenovali kot rjava pokarbonatna tla, tipična, globoka, po WRB 2006 pa kot Haplic Cambisol (Humic, Orthoeutric, Episiltic, Endosiltic). V tem primeru MJKT z imenom pojasni dve lastnosti (tipičnost in globino), WRB 2006 pa pet lastnosti tal (tipičnost, humoznost, evtričnost in prisotnost melja v dveh globinah). Na 59 obravnavanih talnih profilih je MJKT povprečno vključila 3, WRB 2006 pa štiri kvalifikatorje za označevanje posameznih talnih lastnosti. Ta podatek kaže na večjo uporabnost WRB klasifikacije v primerjavi z MJKT. Podobno smo ugotovili tudi pri

primerjavi 108 profilov rjavih pokarbonatnih tal (RPT), ki so shranjeni v bazi TIS. MJKT je z imenom pojasnila povprečno 2,1 lastnosti, WRB 2006 pa štiri talne lastnosti (slika 4). Nekoliko bolj povedna pa se je izkazala MJKT pri primerjavi 213 profilov tipičnih evtričnih rjavih tal (ERT): pojasnila je v povprečju štiri, WRB 2006 pa 3,6 talne lastnosti.

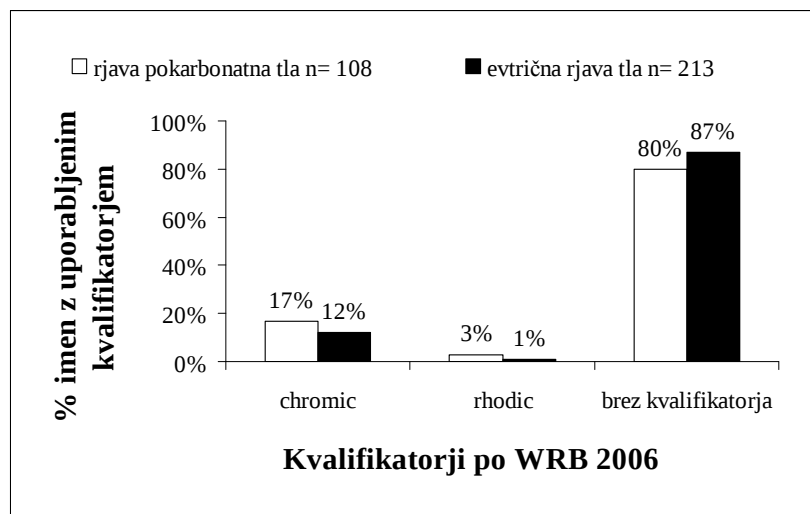
Preglednica 1: Razvrstitev 59 proučenih talnih profilov po MJKT in pripadajoče referenčne skupine po WRB 2006 klasifikaciji

Talni tip po MJKT	Referenčna talna skupina po WRB 2006
Rendzina	Leptosol, Phaozem, Histosol, Cambisol
Evtrična rjava tla	Cambisol, Calcisol
Rjava pokarbonatna tla	Cambisol, Phaozem, Leptosol, Regosol
Distrična rjava tla	Cambisol, Umbrisol
Izprana tla	Luvisol, Acrisol
Psevdogleji	Stagnosol, Planosol
Terra rossa	Cambisol
Gleji	Gleyosol
Obrečna tla	Fluvisol

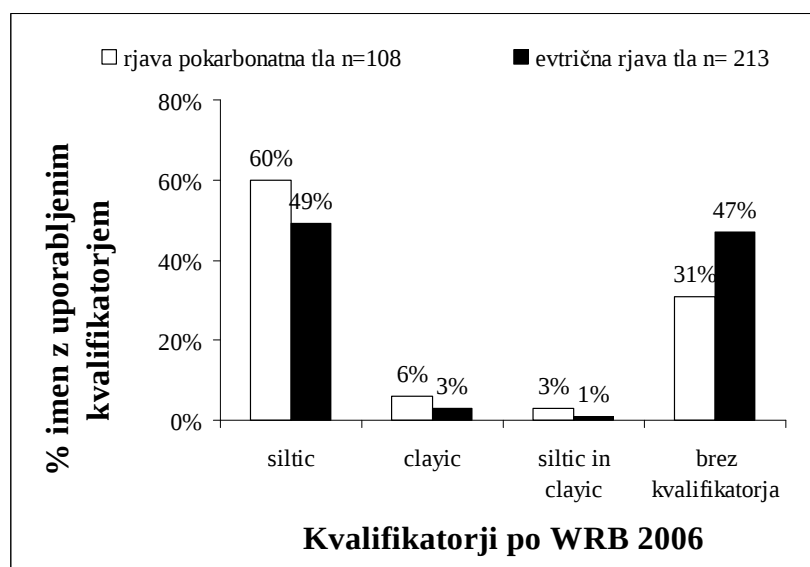


Slika 4: Število uporabljenih kvalifikatorjev v imenu tal pri evtričnih rjavih tleh (ERT) in rjavih pokarbonatnih tleh (RPT) pri klasificiranju z MJKT in WRB 2006 klasifikacijo.

Pri nas velja prepričanje, da se RPT po WRB 2006 klasifikaciji klasificira kot Cambisol (Eutric, Chromic), evtrična rjava tla pa kot Cambisol (Eutric) ter terra rossa kot Cambisol (Eutric, Rhodic). Podatki kažejo, da temu ni tako. Pri RPT in ERT se kvalifikatorji chromic, rhodic, siltic in clayic pojavljajo v podobnem odstotku (sliki 5 in 6). Pri WRB 2006 klasifikaciji ne obstajajo kvalifikatorji, ki bi značilno ločeval med RPT, ERT in terra rosso. Pri terra rossi je značilna barva Brz horizonta po Škoriču (1986) bolj rdeča od 2,5YR, kontrast (value) in intenziteta (chroma) pa večja od 3. Rhodic po WRB 2006 klasifikaciji pa zahteva ravno tako barvo 2,5YR ali bolj rdečo, kontrast vlažnega vzorca pa manjši od 3,5, kar kaže, da se kriterija razhajata.



Slika 5: Odstotek imen pri evtričnih rjavih tleh (ERT) in rjavih pokarbonatnih tleh (RPT) po MJKT, pri katerih so bili izpolnjeni barvni kriteriji za chromic, rhodic glede na WRB 2006



Slika 6: Odstotek imen pri evtričnih rjavih tleh (ERT) in rjavih pokarbonatnih tleh (RPT) po MJKT, pri katerih so bili izpolnjeni teksturni kriteriji za siltic, clayic ter siltic in clayic glede na WRB 2006

Slovenija potrebuje lastno, predvsem pa uradno sprejeto klasifikacijo, ki bo omogočala boljše mednarodno sodelovanje in primerljivost, na nacionalnem nivoju pa večjo usklajenost med različnimi strokovnimi področji. Možnih nadaljnjih poti razvoja nacionalne klasifikacije je več: lahko nadaljujemo z razvojem obstoječih modifikacij JKT, v celoti prevzamemo WRB klasifikacijo, razvijemo povsem lasten in neodvisen klasifikacijski sistem ali nov klasifikacijski sistem na osnovi obstoječih modifikacij JKT in WRB klasifikacije. Med najbolj smiselnimi možnostmi se kaže kombinacija MJKT in WRB klasifikacije. Smiselno bi bilo ohraniti princip razvojne stopnje MJKT, po WRB 2006 pa povzeti sistem kvalifikatorjev (označb). Tla bi razdelili na 11 referenčnih talnih tipov, npr. nerazvita tla, humusno

akumulativna tla, kambična tla, izprana tla itd.. Tem referenčnim talnim tipom bi obvezno dodali še podatek matične podlage (seznam matičnih podlag bi bil pripravljen za vsak referenčni talni tip posebej) npr. kambična tla na apnencu, nato pa v zaklepaju navedli izpolnjene kvalifikatorje npr. kambična tla na apnencu (evtrična, globoka, antropogena) (slika 1). Na ta način bi ohranili osnovni princip MJKT skupaj s podatkom o matični podlagi, prevzeli pa bi sistem kvalifikatorjev WRB klasifikacije. Kvalifikatorje bi zaradi lažje in enostavnejše uporabe samega imena uporabljali le kot zapone v oklepaju za imenom referenčnega talnega tipa in podatka matične podlage.

4 Sklepi

Dosedanje primerjave MJKT in WRB 2006 klasifikacije kažejo, da je v večini primerov WRB bolj povedna, saj z imenom objasni več talnih lastnosti, in da se posamezni talni tipi po MJKT razvrščajo v različne referenčne skupine po WRB, zaradi česar ni možen avtomatski prevod imena brez upoštevanja dejanskih talnih lastnosti.

Dejstvi sta, da Slovenija nima uradne klasifikacije za tla, in da uporabljamo različne modifikacije Jugoslovanske klasifikacije. Ob postavitvi uradne Slovenske klasifikacije je potrebno razmisliti, ali bo šel njen razvoj v smeri nadgradnje obstoječe modificirane Jugoslovanske klasifikacije ali v smeri mednarodne WRB 2006 klasifikacije. Možna pa je tudi kombinacija MJKT in WRB 2006 klasifikacije, ki se, po dosedanjih rezultatih sodeč, izkazuje kot smiselno izhodišče nove nacionalne klasifikacije.

5 Literatura

- Ahrens, R. J., Rice, T. J., Eswaran, H. 2003. Soil classification: past and present. V: Soil classification: A global desk reference. Eswaran H., Rice T., Ahrens R., Stewart B.A. (eds). Boca Raton, London, New York, Washington D.C, CRC Press: 19-26
- World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Reports. Vol. 84. 1998. Rome, FAO, ISRIC, ISSS: 88 s.
- World Reference Base for Soil Resources 2006. A framework for international classification, correlation and communication. 2006. World Soil Resources Reports. Vol. 103. Rome, FAO: 128 s.
- Guedelines for soil description. Fourth edition. 2006. Rome, FAO: 97 s.
- World Reference Base for Soil Resources 2006. First update 2007. A framework for international classification, correlation and communication. World Soil Resources Reports. Vol. 103. 2007. FAO: 116 s.
- Kralj, T., Vidic, J. N., Grčman, H. 2007. Primerjava WRB 2006 in v Sloveniji uporabljene modificirane jugoslovanske klasifikacije tal. V: Strategija varovanja tal v Sloveniji. Konference ob svetovnem dnevu tal, Ljubljana, 5. dec. 2007. Knapič M. (ur.). Ljubljana, Pedološko društvo Slovenije: 433-434
- Kralj, T., Vidic, J. N., Grčman, H. 2008. Applicability of WRB 2006 for classification of Slovenian soils. V: Eurosoil 2008. Viena, 25-29 aug. 2008. Blum W. E. H., Gerzabek M. H., Vodrazka, M. (ed.), Viena, University of Natural Resources and Applied Life Sciences (BOKU): 121
- Lobnik, F., Vidic, N. J., Prus, T., Ruprecht, J., Šporara, M., Vrščaj, B., Zupan, M., Knapič, M., Manček, B. 1999. Pedološko rekartiranje in digitalizacija pedoloških kart RS v merilu 1 : 25 000, kot sonova za določitev talnega potenciala – CD ROM. Ljubljana. Univerza v Ljubljani, BF, CPVO
- IIIA Sampling and Analysis of soil – update 2006. ICP forest. (maj 2006).
<http://www.icp-forests.org/Manual.htm> (junij 2006)
- Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodnje sposobnosti vzorčnih parcel. Ur. l. SRS št. 36/84
- Pravilnik o določanju in vodenju bonitete zemljišč. Ur. l. RS št. 47/2008
- Ruprecht, J. 2008. Gradivo za klasifikacijo tal. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir, februar 2008)

- Škorić, A., Filipovski, G., Čirić, M. 1973. Klasifikacija tala Jugoslavije. Zagreb, Zavod za pedologiju Poljoprivrednog i šumarskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu: 63 s.
- Škorić, A., Filipovski, G., Čirić, M. 1985. Klasifikacija zemljišta Jugoslavije. Sarajevo, Akademija Nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine: 72 s.
- Škorić, A. 1986. Postanak, razvoj i sistematika tla. Zagreb, Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu: 172 s.
- Stepančič, D. 1977. Ocenjevanje tal v Republiki Sloveniji. Ljubljana, Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, VDO Biotehniška fakulteta, VTOZD za agronomijo, Katedra za pedologijo, prehrano rastlin in ekologijo: 75 s.
- Šporar, M. 2007. Ocenjevanje tal v Sloveniji. Metodologija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta (osebni vir, junij 2007)
- Urbančič, M., Simončič, P., Prus, T., Kutnar, L. 2005. Atlas gozdnih tal Slovenije. Ljubljana, Zveza gozdarskih društev Slovenije in Gozdarski inštitut Slovenije: 100 s.

Njive v strukturi kmetijskih zemljišč, njihova kakovost in urbanizacija v obdobju 1997 – 2007

Borut VRŠČAJ³²

Izvod

Tla so naravni vir in osnova kmetijske pridelave. Priča smo dnevnim spremembam rabe kmetijskih zemljišč, opuščanjem njivske pridelave ter mnogokrat izgubam njivskih zemljišč zaradi urbanizacije. S pozidavo najboljših zemljišč kmetijstvo trajno izgublja svoj proizvodni potencial. Analiza je opravljena na podlagi podatkov njivske kakovosti tal, ki so bili izvedeni iz digitalne pedološke karte 1:25.000, digitalnega modela višin ter digitalnih podatkov rabe tal v merilu 1:5.000 iz let 2002, 2005 in 2007. V obdobju 2002 – 2007 se je zmanjšal obseg njivskih zemljišč za 33.928 ha (15,9 %). Za 23,5 % se je zmanjšal obseg njiv slabe kakovosti, srednje kakovosti za 29,7 %, boljše kakovosti za 41,2 % in najboljše kakovosti za 5,5 %. Obseg njiv je zmanjšan predvsem zaradi spremembe v trajne (74,8 %) in barjanske travnike (7 %) in pozidana zemljišča (3.557 ha oziroma 6,4 %). Od 3.557 ha urbaniziranih njiv je bilo 13 % slabe, 33 % srednje, 47 % boljše in 11 % najboljše kakovosti. Ugotovljen obseg urbanizacije njiv ima zaskrbljujoče razsežnosti. Podatki sprememb površin njiv glede na nadmorsko višino in nagib potrjujejo trend relativnega povečanja površin njiv na ravnem reliefu in v območjih nižin.

Ključne besede: Njivska zemljišča, zmanjševanje, kakovost, nagib, nadmorska višina, Slovenija

Arable land in the structure of agricultural land, their quality and urbanization between 1997 and 2007

Abstract

Soil is a natural resource and a basis for agricultural production. We are witnessing the agricultural land use changes, the arable land production is being abandoned while the fields are frequently lost due to urbanisation. Agriculture is losing its production potential by sealing of arable land. An analysis was carried out using the arable soil quality data derived from digital soil map in the scale of 1:25.000, digital elevation model and the 2002, 2005 and 2007 land use data in the scale of 1:5.000. The extent of arable land diminished for 33.928 ha (15.9 %) in the 2002-2007 period. The total extent of arable land decreased for 23.5 % in case of low quality, for 41.2 %, in case of medium quality fields, for 29.7 % in those of better quality and for 5.5 % in those of the best quality. The extent of arable land decreased predominantly due to the land use change to permanent (74.8 %) and wet grassland (7 %) and urban areas (3.557 ha or 6.4 %). Out of the total 3.557 ha of urbanised arable land, 13 % was evaluated as low quality, 33 % as medium, 47 % as better, and 11 % as best quality. The extent of sealing of arable land is of worrying dimensions. The data confirm the trends of relative increase of the extent of arable lands in plains and lowland areas.

Keywords: Arable land, decrease, quality, slope, elevation, Slovenia

1 Uvod

1.1 URBANIZACIJA

Urbanizacija (*urban sprawl*) je fizična širitev urbanih območij po tržnih načelih na sosednja, pretežno kmetijska območja (EEA, 2006). Izraz *sprawl* pejorativno opredeljuje širjenje mest kot manj kontroliran proces ob manj oziroma neučinkovitem prostorskem planiranju. Pozidava tal (*soil sealing*) je fizična pozidava oziroma stalno pokritje površine tal z nepropustnim materialom (European Commission, 2006a). Urbanizacija je torej širjenje

³² Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, CL, Center za tla in okolje, Hacquetova 17, SI 1001, Ljubljana, e-pošta: Borut.Vrscaj@kis.si

urbanih območij na sosednje, kmetijske ali (semi) naravne vrste rabe tal in zajema celoten spekter vplivov (popolne pozidave, mešanja, zbijanja, onesnaževanja), ki tla zelo spreminjajo (Kelly in Thornton, 1996; Biasioli in sod., 2006), zmanjšujejo sposobnost tal opravljanja kmetijskih in okoljskih funkcij (Randrup in Dralle, 1997) in vplivajo okoljsko in zdravje prebivalcev (Scheyer, 2000; Abrahams, 2002; Lee in sod., 2006; Ljung in sod., 2006; Rodrigues in sod., 2006; Ljung in sod., 2006). Fizična odstranitev oziroma pokritje tal predstavlja uničenje in trajno odpravljanje vseh funkcij tal v celoti. V tej študiji štejemo kot urbanizirana: i) vsa v celoti pozidana tla (prekrita z zgradbo ali infrastrukturnim objektom - tla so uničena in izvajajo samo še funkcijo nosilnega medija), ii) tla odstranjena do matične podlage (kamnolomi, gramoznice, širitev vodnih teles - funkcije tal so izničene v celoti), iii) tla ob zgradbah, ki so bila bolj ali manj spremenjena med samo gradnjo (odstranjeni gornji A horizonti ali pomešani horizonti - kakovost takih tal je največkrat bistveno zmanjšana), in iv) »zastrta« tla z npr. nadstreški in mostovi, ki zmanjšujejo izvajanje okoljskih funkcij tal.

1.2 URBANIZACIJA V EVROPI IN SLOVENIJI

Med 1990 – 2000 je bila stopnja rasti urbaniziranih površin v Evropi 5,4 %. Mesta so se v Evropi v poprečju prostorsko povečala za 78 %, medtem ko je skupno prebivalstvo naraslo za 33 % (EEA, 2006). Sprememba rabe tal je med leti 1990 in 2000 znašala 2,8 % površine Evrope od česar znaten del predstavlja urbanizacija kmetijskega prostora. Proces urbanizacije je v Evropi pričakovan (Bouma in sod., 1998), pospeševan in ne kaže znakov upočasnjevanja. V zadnjih letih je posebej značilen za nove članice EU, kjer urbanizacijo posredno pospešujejo tudi kohezijski in strukturni fondii in odprtost trgov (EEA, 2006). Z intenzivno pozidavo se soočamo tudi v Sloveniji, saj dnevno opažamo spremembe rabe predvsem najboljših kmetijskih zemljišč. Število gradbenih dovoljenj letno narašča, v letu 2007 za 7 %. Uradni Statistični GIS pokrovnosti tal (www.stat.si) je izdelan za leta 1993, 1997 in 2001 (Skumavec in Šabić, 2005). V obdobju 1997 - 2000 znaša ocenjen delež pozidanih zemljišč 5,3 % skupne površine Slovenije. Index urbanizacije je v letu 1993 znašal 1,0, leta 1997 1,0 in leta 2001 1,1.

1.3 VPLIVI URBANIZACIJE KMETIJSKIH TAL

Tla kmetijskih zemljišč in predvsem njiv imajo visoko sposobnost izvajanja najpomembnejših funkcij tal (vezava, filtriranje/transformacija onesnažil, filtriranje/napajanje podzemnih voda, vezava CO₂, kroženje snovi in energije...). Njihova pozidava torej ne ogroža le pridelave hrane in druge biomase, pač pa zmanjšuje sposobnost in obseg izvajanja nujnih okoljskih funkcij tal in potreb človeka. Evropska komisija je pripravila Predlog Strategije za varovanje tal (European Commission, 2006b), da bi ohranjali sposobnost izvajanja kmetijskih, okoljskih, ekonomskih in socialnih funkcij v ustreznem obsegu tudi za bodoče rodove.

Kakovost njivskih zemljišč največkrat opredelujemo s kakovostjo samih tal (rodovitnostjo) ter s parametri prostora kot sta nagib zemljišča in nadmorska višina. Kakovost/rodovitnost tal je opredeljena z merjenimi ali opazovanimi podatki tal, ki jih vrednotimo na podlagi *Obveznega navodila za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel* (GURS, 1984). V Sloveniji smo v zadnjem desetletju izdelali natančne baze podatkov digitalnih modelov višin v ločljivosti 25, 20, 12,5 in najnovejši 5 m. Zadnji dve sta primerni za ustrezno natančno izvajanje parametrov reliefa - nadmorske višina in nagiba zemljišča, osončenja,..., ki lahko kot samostojne digitalne baze bolje služijo za oceno primernosti zemljišča in s tem pogojev za strojno obdelavo ali posredno za oceno klimatskih in mikroklimatskih razmer.

Namen raziskave je oceniti obseg in kakovost urbaniziranih njivskih tal v zadnjem desetletju in oceniti stopnjo izgube njiv kot najboljših kmetijskih zemljišč in obenem najboljših tal.

2 Materiali in metode dela

V študiji so bile uporabljene digitalne vektorske prostorske baze podatkov merila 1:5.000 in 1:25.000 ter rastrski podatki digitalnih modelov višin. Vektorske ali rastrske baze podatkov skupno imenujemo informacijske sloje (IS).

Raba zemljišč. Uporabili smo poligonske IS rabe zemljišč (RZ) z dne 25.10.2002 (MKGP, 2002), z dne 04.08.2005 (MKGP, 2005) in z dne 09.08.2007 (MKGP, 2007). Vsi so bili izdelani s postopkom foto interpretacije digitalnih orto-foto posnetkov (DOF5) v merilu 1 : 5.000 z ločljivostjo celice 0,5 m. DOF5 za 2002 so bili posneti med 1997 (oziroma celo 1995) in 2000, za 2005 med 2002 in 2005. Zadnja baza rabe zemljišč 2007 je izdelana na podlagi DOF 2006. Glede na čas zajema DOF5 in interpretacije lahko pogojno smatramo, da uporabljene baze predstavljajo za multi-temporalno zbirko sprememb rabe zemljišč za okvirno obdobje desetih let med 1997-2007. Interpretacija je bila izvedena na podlagi kodnega ključa in navodila za interpretacijo (MKGP, 2003; MKGP, 2005).

Digitalni model višin 12,5 (DMV12,5). Relief je v Sloveniji eden najpomembnejših pedogenetskih faktorjev in kriterijev za oceno proizvodne sposobnosti zemljišč. Na primernost zemljišč za kmetijsko pridelavo v danih klimatskih in talnih pogojih Slovenije dodatno vplivajo predvsem dejavniki, ki izhajajo iz reliefne oblike kot sta nagib in osončenje. DMV12,5 (GURS, 2005) je baza podatkov nadmorskih višin s prostorsko ločljivostjo celice 12,5 m. Planimetrična položajna natančnost je ± 2 m. Povprečna višinska natančnost je ocenjena na $\pm 3,2$ m.

Digitalna pedološka karta Slovenije (PK25) in Podatki pedoloških profilov Slovenije (PP). PK 25 (MKGP in CPVO, 2001a) je vektorski poligonski IS nazivnega merila 1 : 25.000 (Vrščaj in Lobnik, 1997; Vrščaj in Lobnik, 1999). Osnovne grafične enote so talne kartografske enote (TKE). TKE so povezane s pripadajočimi podatki lastnosti tal v preglednicah. Vsaka TKE je opisana kot kombinacija talnih tipov (TSE), ki se v naravi prostorsko prepletajo, med seboj prehajajo in jih zaradi načina kartiranja in merila ni možno prostorsko ločiti. Zastopanost TSE v TKE je opredeljena kot razmerje (%) na podlagi terenskega pregleda tal, sondiranja ter izkopa in analize talnih profilov. Lokacije TSE znotraj poligonov TKE niso opredeljene (Vrščaj in Tič, 1998). PP (MKGP in CPVO, 2001b) so podatki več kot 1700 pedološki profilov z opisi lokacij ter morfološki in analitski podatki horizontov. Podatki PP so primarni vir informacij za opredelitve lastnosti in posledično kakovosti tal v PK25 (Vrščaj in Lobnik, 1999).

Programsko in podatkovno okolje. Baze podatkov smo povezovali in vrednotili v ORACLE® SQL okolju s TOAD® vmesnikom in izdelanimi namenski aplikacijami v SQL in programskem jeziku. Podatke smo povezovali v GIS programe preko *open database connectivity*. Prostorske obdelave smo izvedli v ArcGIS® 9.2 in ArcInfo® Workstation okolju. Vektorske obdelave smo izvedli v *cover* obliki, rastrske informacijske sloje (*grid*) pa v GRID programskem modulu (<http://support.esri.com>). ArcMap® 9.2 smo uporabili za povezovanje, vizualizacijo, kontrolo, izrise kart in predstavitev podatkov. GIS obdelavo smo izvedli s pomočjo namenskih programskih rutin v AML programskem jeziku. Zagotovili smo topološko pravilno pretvorbo *shp* v *cover* obliko in matematično natančno naleganje celic v rastrskem modeliranju.

Obdelava podatkov spremembe rabe zemljišč. Vektorske IS rabe zemljišč posameznih obdobj smo pretvorili v *gride* rabe tal gRZ02, gRZ05 in gRZ07 z ločljivosti 5 m. Seštevek

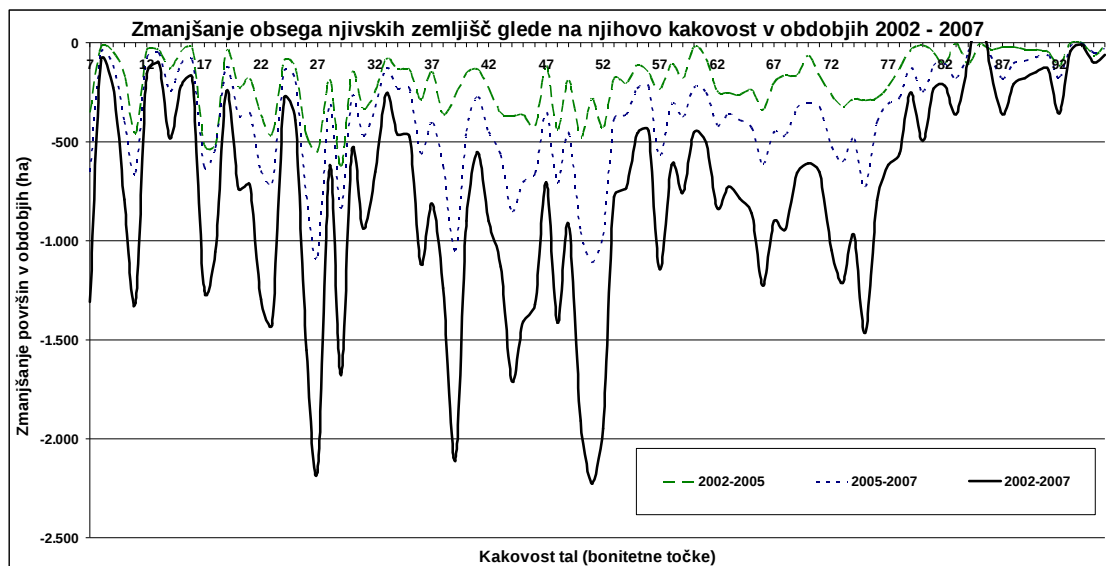
površin gRZ02, gRZ05 in gRZ07 odstopa od površin v vektorski obliki za 0,48, 0,33 in 0,33 % zaradi pretvorbe iz vektorske v rastrsko obliko.

Vrednotenje kakovosti tal in zemljišč. Kakovosti tal smo opredelili s povprečnim talnim številom (TS). Za vsako TKE prisotno v PK25 smo na podlagi deleža (%) zastopanosti TSE v TKE izračunali srednje TS. Točke TS so odraz vrednotenja bistvenih in univerzalnih kazalcev kakovosti tal, dobro opredeljujejo ne samo rodovitnost pač pa tudi sposobnost tal izvajanja bistvenih okoljskih funkcij. Teoretičen razpon točk TS je od 7 (najslabša) do 100 (najboljša tla) in za TKE v PK25 od 7 do 96. Podatke TS smo povezali v ArcMAP®, vizualizirali ter pretvorili v grid ločljivosti 5 m. Z AML programskim modulom, ki upošteva nagib, nadmorsko višino ter talno število smo izračunali bonitetne točke (BT) za njivska zemljišča v grid obliki.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 ZMANJŠANJE NJIVSKIH POVRŠIN V OBDOBJU 2002–2007 GLEDE NA KAKOVOST

Podatki potrjujejo trend zmanjševanja obsega njiv v Sloveniji. Površine se zmanjšujejo bodisi zaradi spremembe v druge rabe, zaraščanja ali urbanizacije. V obdobju 2002-2005 se je zmanjšal obseg njiv za 17.766 ha (8,3 %), med 2005-2007 za 16.162 ha (8,2 %) oziroma med 2002-2007 za 33.928 ha (15,9 %). Slednja vrednost ni seštevek predhodnih dveh, ampak analiza podatkov celotnega obdobja 2002-2007. Za 41,2 % se je zmanjšal obseg njiv srednje kakovosti (TS 26-50), za 29,7 % boljše kakovosti (TS med 51-75), slabe kakovosti (TS 7-25) za 23,5 % in najboljše kakovosti (TS 76-96) za 5,5 %. Slika 3 prikazuje strukturo zmanjšanja njiv glede na njihovo kakovost.



Slika 3: Zmanjšanje njivskih zemljišč po obdobjih.

Obseg njiv se je med 2002 – 2007 zmanjšal zaradi sprememb v druge rabe predvsem zaradi sprememb v trajne (74,8 %) in barjanske travnike (7 %), pozidana in sorodna zemljišča (6,4 %), zemljišča v zaraščanju (2,5 %), gozd (2,2 %), vinograde (1,9 %) ter mešano rabo (1,6 %). Spremembe v ostale kategorije so manjše od 1 %.

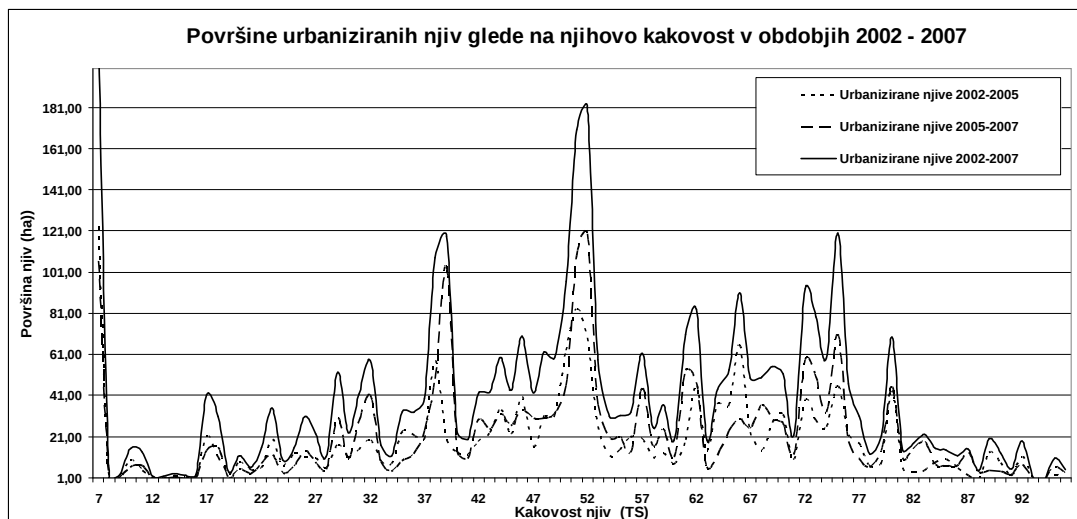
3.2 URBANIZACIJA KMETIJSKIH ZEMLJIŠČ

Obseg urbanih zemljišč Slovenije se je v obdobju 2002 – 2007 od prvotnih 88.070 ha (2002) oziroma 94.338 ha (2005) in 107.919 ha (2007) skupno povečal za 19.849 ha (22,5 %). Indeks povečanja urbaniziranih površin za 2002 – 2005 je 7,1, za 2005 – 2007 14,4 oziroma za obdobje 2002 – 2007 22,5. V celotnem obdobju 2002 – 2007 so bila glede na celotno površino Slovenije v največji meri urbanizirana kmetijska zemljišča (65,2 %) in nato gozdovi (24,4 %) (Preglednica 2).

Preglednica 2: Struktura rabe urbaniziranih njiv in drugih zemljišč v obdobju 2002 – 2007

Raba	Površina (ha)	Skupno (%)
Njive in vrtovi	3.557,2	18,0
Vse ostale kmetijske rabe zemljišč	9.292,1	47,2
Gozd in ostale poraščene površine	4.802,2	24,4
Ostale kategorije (zemljišča v zaraščanju, plantaže gozdnega drevja, mešana raba zemljišč, zamočvirjena zemljišča, zemljišča s posebnim rastlinskim pokrovom...)	433,2	10,4
Urbanizirano skupno	19.713,9	100,0

Po posameznih obdobjih je struktura urbaniziranih kmetijskih zemljišč podobna obdobju 2002 – 2007. V obdobju 2002 – 2005 so bili v največjem obsegu urbanizirani ekstenzivni travniki (25,8 %), njive (16,9 %), intenzivni travniki (10 %) in ekstenzivni sadovnjaki (7,3 %). V obdobju 2005 – 2007 pa predvsem trajni travniki (39 %), njive in vrtovi (14,7 %) in ekstenzivni sadovnjaki (6,9 %).



Slika 4: Kakovost urbaniziranih njivskih tal po obdobjih.

3.3 URBANIZIRANA NJIVSKA TLA IN NJIHOVA KAKOVOST

V obdobju 2002 – 2007 je bilo urbaniziranih 3.557 ha njiv. Od tega 47 % njiv boljše kakovosti, 33 % srednje kakovosti, 13 % slabših in 11 % najboljših njiv. Slika 4 prikazuje zmanjšanja njivskih površin glede na njihovo kakovost. Urbanizacija je njiv je razpršen in

lokalno pogojen proces, prisoten skozi celotno obdobje, saj med 2002 – 2005 ter 2005 – 2007 ni večjih odstopanj. Večje spremembe (TS 50-53) so opazne ob trasah avtocest in večjih širitvah na obrobju mest za potrebe industrije in trgovine. Zelo pomemben delež predstavljajo številne po obsegu majhne spremembe zaradi individualne stanovanjske gradnje, širitve in posodobitve objektov ter izgradnje lokalnih cest, dovozov in druge manjše infrastrukture.

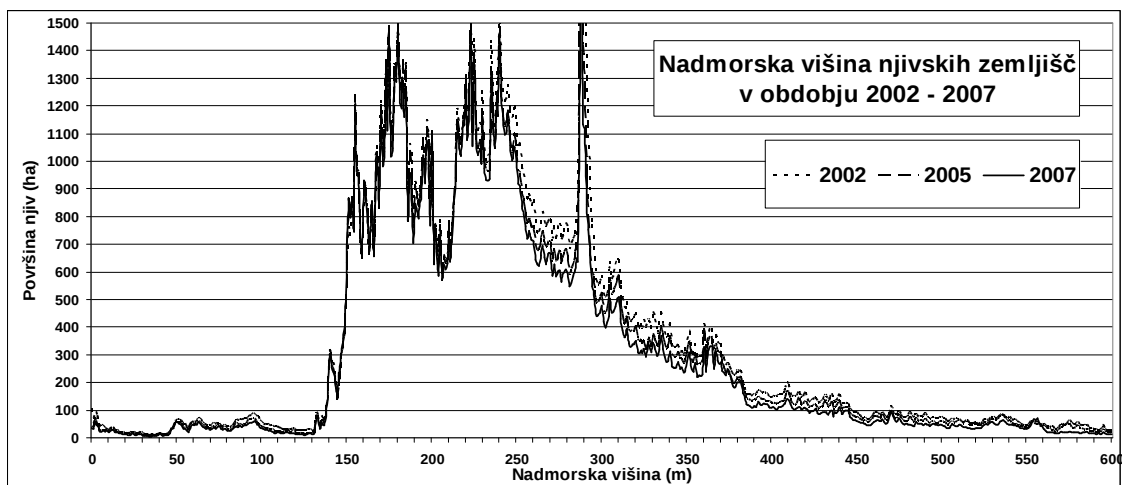
3.4 SPREMEMBE OBSEGA NJIVSKIH POVRŠIN GLEDE NA ANDMORSKO VIŠINO

Največji delež njiv je med 140 in 390 m n.m., praktično vse njive med 0 in 600 m. Više leži le manj kot 1,5 % NZ (pPreglednica 3).

Preglednica 3: Spremembe površin njivskih zemljišč glede na nadmorsko višino letih 2002, 2005 in 2007

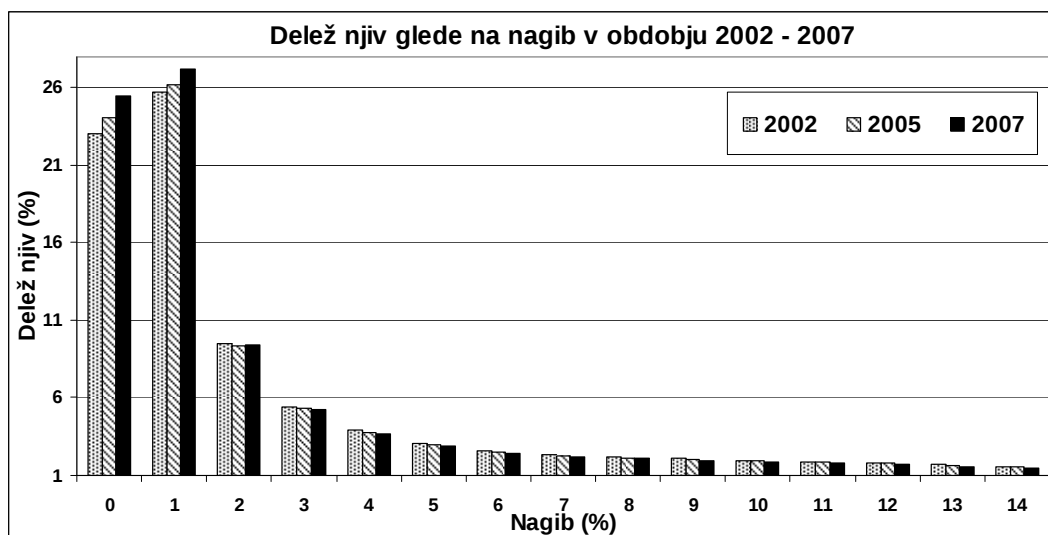
Leto	Skupno NZ (ha)	0 - 600 m n. m. (ha / %)	> 601 m (ha / %)	Najvišje ležeča (m)	140–390 m n.m. (ha / %)
2002	213.953	210.734 / 98,5	3.219 / 1,5	1196	185.736 / 86,8
2005	194.811	193.370 / 98,6	2.801 / 1,4	1228	172.702 / 88,0
2007	179.644	178.768 / 99,1	1.565 / 0,9	1230	161.967 / 89,8

Spremembe obsega površin NZ v letih 2002, 2005 in 2007 kažejo največje zmanjševanje NZ med 200 in 370 m n.m.. Od splošnega zmanjšanja obsega njiv na vseh nadmorskih višinah odstopa le povečanje površin med leti 2002-2005 na višinah med 146 in 161 m ter deloma med leti 2005-2007 na višinah 146 in 153 m. Med 2002-2005 je prišlo do nesorazmernega zmanjšanja na nadmorskih višinah med 230 in 250 m (Slika 5).



Slika 5: Zmanjševanje obsega njivskih zemljišč glede na nadmorsko višino v obdobju 2002 – 2007

V obdobju 2002 – 2007 se je povečal delež njiv na ravnini za 2 %, na 1 %-nem nagibu za 1 % in na 2 % nagibu za manj kot 1 % skupnih površin glede na leto 02. Pri vseh strmejših nagibih se je delež zmanjševal v enakem razmerju ne glede na nagib (Slika 6).



Slika 6: Delež njivskih zemljišč glede na nagib v obdobju 2002 – 2007

4 Sklepi

Obseg njivskih zemljišč se je v obdobju 2002 – 2007 zmanjšal za 33.928 ha oziroma za 15,7 % glede na leto 2002. Glede na kakovost so se najbolj zmanjšale površine srednje kakovostnih njiv, ki v Sloveniji prevladujejo, nato boljše, slabše in v manjšem obsegu najboljše kakovosti. Slednje je pričakovano, ker je delež najboljših njivskih zemljišč v Sloveniji izrazito majhen. Te ugotovitve odraža tudi Slika 3. Obseg njiv se je zmanjšal predvsem na račun spremembe rabe v trajne (74,8 %) in barjanske travnike (7 %), pozidana in sorodna zemljišča (6,4 %), zemljišča v zaraščanju (2,5 %), gozd (2,2 %), vinograde (1,9 %) ter mešano rabo (1,6 %). Spremembe v ostale vrste kmetijskih in nekmetijskih kategorij rab zemljišč so manjše od 1 %. V obdobju 2002 – 2007 se je rahlo zmanjšal obseg njiv nad 600 m n. v., kar kaže na manjše opuščanje njivske pridelave v više ležečih predelih. Povečanje površin njiv je na višinah 0 – 600 m oziroma predvsem na višinah 140 – 390 m, kjer se nahaja 89,8 % njiv Slovenije. Delež njiv na se je povečal na ravninah oziroma nagibih manjših od 3%.

Spremembe njivske v druge kmetijske rabe odražajo stanje in trenutne trende v slovenskem kmetijstvu. Spremembe v druge rabe bistveno ne vplivajo na kakovost oziroma zmanjševanja obsega talnega vira - tla še naprej opravljajo vse svoje kmetijske in okoljske funkcije. Povratne spremembe iz drugih kmetijskih, pa tudi zaraščajočih oziroma celo gozdnih površin v njivske, so možne in bo do njih, tudi zaradi pomanjkanja hrane v svetovnem merilu, prišlo.

Stopnja in obseg urbanizacije njiv v zadnjih desetih letih narašča. V obdobju 2002 – 2007 je bilo urbaniziranih 3.557 ha njiv, od tega 47 % boljše, 33 % srednje, 13 % slabše in 11% najboljše kakovosti. Značilen je zelo razpršen vzorec urbanizacije in večje površine okoli mest oziroma na trasah avtocest. Za razliko od sprememb njivskih zemljišč v druga kmetijska in gozdna zemljišča predstavlja urbanizacija in predvsem pozidava njiv najhujšo grožnjo tlom. Je nepovratna in dokončna degradacija oziroma uničenje naravnega vira vsaj za dobro človeške civilizacije. Obseg izgub njivskih in drugih kmetijskih zemljišč zaradi intenzivne urbanizacije v zadnjih desetih letih v Sloveniji zahteva ustrezno ukrepanje. Slovensko kmetijstvo ni »brezperspektivno«, kot je to pisalo v nekem občinskem glasilu ob utemeljitvi pozidav najboljših njiv in hmeljišč v okviru novega urbanističnega načrta. Zagotovo pa bo ob

nadaljevanju trenda pozidav postalo neperspektivno, saj bo trajno uničena proizvodna osnova, ki je po obsegu v Sloveniji že tako skromna. Potrebna je uvedba ustreznih ukrepov oziroma programov za varovanje tal in predvsem (ponovno) spoznanje, da so kmetijska in posebej njivska zemljišča strateško nacionalno bogastvo, ki ga je potrebno ohraniti za zanamce. Šele takrat bo možno govoriti o prostorsko racionalnem in dolgoročno vzdržno naravnem razvoju.

5 Literatura

- Abrahams, P.W. 2002: Soils: their implications to human health. *The Science of the Total Environment* (291): 1-32
- Biasioli, M., Barberis, R., Ajmone-Marsan, F. 2006. The influence of a large city on some soil properties and metals content. *Science of The Total Environment*, 356(1-3): 154-164
- Bouma, J., Varallyay, G., Batjes, N.H. 1998. Principal land use changes anticipated in Europe. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 67(2-3): 103-119
- EEA 2006. Urban sprawl in Europe. 92-9167-887-2, European Environment Agency, Copenhagen: 56.
- European Commission 2006a. Proposal for a directive of the European parliament and the Council establishing a framework for the protection of soil and amending Directive 2004/35/EC. (Presented by the Commission). COM(2006) 232 final. Commission of the European Communities: 8.
- European Commission 2006b: Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the Commission to the Council, the European parliament, the European economic and social committee and the Committee of the regions. COM(2006) 231 final. Commission of the European Communities: 8.
- GURS 1984: Pravilnik za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. Obvezno navodilo za izvajanje pravilnika za ocenjevanje tal pri ugotavljanju proizvodne sposobnosti vzorčnih parcel. v: G.U.R. Slovenije (urednik). Geodetska Uprava Republike Slovenije: 60
- GURS 2005. Digitalni model višin 12,5 m (DMV12,5), Geodetska uprava Republike Slovenije
- Kelly, J., Thornton, I. 1996. Urban Geochemistry: A study of the influence of anthropogenic activity on the heavy metal content of soils in traditionally industrial and non-industrial areas of Britain. *Applied Geochemistry*(11): 363-370
- Lee, C. S.-I., Li, X., Shi, W., Cheung, S.C., Thornton, I. 2006. Metal contamination in urban, suburban, and country park soils of Hong Kong: A study based on GIS and multivariate statistics. *Science of The Total Environment*, 356(1-3): 45-61
- Ljung, K., Selinus, O., Otabbong, E. 2006: Metals in soils of children's urban environments in the small northern European city of Uppsala. *Science of The Total Environment*, 366(2-3): 749-759
- Ljung, K., Selinus, O., Otabbong, E., Berglund, M. 2006 Metal and arsenic distribution in soil particle sizes relevant to soil ingestion by children. *Applied Geochemistry*, In Press, Corrected Proof
- MKGP 2002. Raba kmetijskih zemljišč Republike Slovenije 1:5.000, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
- MKGP 2003. Baza podatkov o rabi zemljišč 2002, Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano Republike Slovenije, Ljubljana: 41
- MKGP 2005. Raba kmetijskih zemljišč Republike Slovenije 1:5.000, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano
- MKGP 2007. Raba kmetijskih zemljišč Republike Slovenije 1:5.000, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana
- MKGP in CPVO 2001a. Digitalna pedološka karta Slovenije 1:25.000 (PK25), Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja, Biotehniška fakulteta
- MKGP in CPVO 2001b. Podatki pedoloških profilov Slovenije (PP), Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano in Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja, Biotehniška fakulteta

- Randrup, T. B., Dralle, K. 1997. Influence of planning and design on soil compaction in construction sites. *Landscape and urban planning*, 38: 87-92
- Rodrigues, S., Pereira, M. E., Duarte, A. C., Ajmone-Marsan, F., Davidson, C. M., Grcman, H., Hossack, I., Hursthouse, A. S., Ljung, K., Martini, C. 2006. Mercury in urban soils: A comparison of local spatial variability in six European cities. *Science of The Total Environment*, 368(2-3): 926-936
- Scheyer, J. M. 2000: Estimating Dietary Risk from Soils in Urban Gardens, Essen, Germany: 479-484
- Skumavec, D., Šabić, D. 2005. Pokrovnost tal v Sloveniji 1993-2001. Statistični urad republike Slovenije, Ljubljana
- Vrščaj, B., Lobnik, F. 1997. Digitalni podatki tal Slovenije: 16
- Vrščaj, B., Lobnik, F. 1999. Establishment of the Digital soil map of Slovenia in the scale 1:25.000. *Research reports Biotechnical Faculty University of Ljubljana - Agriculture* 73(2): 287-300
- Vrščaj, B., Tič, I. 1998. Digitalni podatki tal Slovenije. Gradivo kot pomoč pri uporabi digitalnih pedoloških podatkov. Verzija 1.0, Univerza v Ljubljani, Oddelek za agronomijo, Center za pedologijo in varstvo okolja, Ljubljana: 25

Modeliranje izpiranja herbicidov v tleh na Dravskem in Ptujskem polju

Jolanda PERSOLJA³³, Marko ZUPAN³⁴, Franc LOBNIK³⁵

Izvleček

Ukrepi za varovanje tal in s tem podzemnih voda so lahko uspešni samo na podlagi poznavanja procesov, ki vplivajo na usodo fitofarmaceutskih sredstev v tleh; lastnosti tal in podnebja ter kmetijske prakse izbranega območja. Uporaba modelov za napoved usode fitofarmaceutskih sredstev v tleh se v zadnjih letih vedno bolj uporablja v raziskovalne namene tudi v Sloveniji. V prispevku prikazujemo primer uporabe modela PELMO za napoved izpiranja aktivnih snovi herbicidov atrazin, terbutilazin in S-metolaklor ter njihovih metabolitov v tleh Dravskega in Ptujkega polja v dejanskih razmerah. Preverili smo vpliv dobre kmetijske prakse, kot sta npr. uporaba kolobarjenja s herbicidi in uporaba odmerkov, v skladu z mestno-specifičnimi razmerami okolja ter vpliv vsebnosti organske snovi na izpiranje obravnavanih snovi v tleh.

Ključne besede: onesnaževanje tal, fitofarmaceutska sredstva, GIS, modeliranje, PELMO, kolobar

Herbicide leaching modeling in the soils of Dravsko and Ptujsko polje

Abstract

Soil and groundwater protection measures can be successful only when taking into account soil properties, climatic characteristics and farming practice including land management. In the past years, use of modelling of pesticide fate and behaviour in soil in research work has been increasing in Slovenia. An example of use of the PELMO model for herbicide leaching for atrazin, therbutylazin ... in soil of Dravsko and Ptujsko polje is presented in the paper. Influence of good agricultural practice, i.e. herbicide rotation and herbicide dosages according to specific environmental conditions was examined as well as influence of organic substance content on leaching of herbicides and metabolites in question.

Key words: soil pollution, plant protection products, GIS, modelling, PELMO, crop rotation

Uvod

Fitofarmaceutska sredstva (FFS) predstavljajo, poleg nitratov, enega glavnih virov potencialno nevarnih snovi v podzemni vodi iz razpršenih virov (Pintar in sod., 1997). Vzrok za razpršeno onesnaženje je neustrezna raba FFS na zemljiščih z intenzivno kmetijsko pridelavo, ki ležijo nad vodonosniki z medzrnsko poroznostjo v aluvialnih nanosih na ravninah. K tem površinam spada tudi območje Dravskega in Ptujkega polja, ki je zelo izpostavljeno različnim virom onesnaženja, ne le zaradi svojih hidroloških, ampak tudi pedoloških lastnosti. Na tem območju rezultati spremljanja stanja kakovosti podzemnih voda na državni ravni pogosto kažejo povišane vsebnosti

³³ mag., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Inštitut za fitomedicino, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija; e-pošta: jolanda.persolja@bf.uni-lj.si

³⁴ mag., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija; e-pošta: marko.zupan@bf.uni-lj.si

³⁵ prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Center za pedologijo in varstvo okolja, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija; e-pošta: franc.lobnik@bf.uni-lj.si

(nad 0,1 µg/l) aktivnih snovi herbicidov in njihovih relevantnih metabolitov. Obe polji sta zato zelo občutljivi za vsa dogajanja na površju, zato moramo nameniti uporabi FFS na takšnih tleh posebno pozornost.

Ukrepi za varovanje tal in s tem podzemnih voda so lahko uspešni samo na podlagi poznavanja procesov, ki vplivajo na usodo FFS v tleh, lastnosti tal in podnebja ter kmetijske prakse izbranega območja. Poljski poskusi za oceno usode in obnašanja FFS v tleh so zelo dragi in mestno specifični, zato se je razvoj usmeril predvsem v izdelavo in uporabo modelov za napoved izpiranja FFS v tleh, v različnih razmerah. Modeli lahko simulirajo različne okoljske razmere, preteklo, trenutno ali potencialno onesnaženje tal, podzemne vode in/ali površinskih voda, zaradi česar so učinkovit interdisciplinaren način raziskovanja procesov v okolju in razmerja med FFS in okoljem. Uporabni so za primerjavo različnih tehnik in postopkov v kmetijstvu in njihovega vpliva na okolje in uporabniku dopuščajo, da ovrednoti možne vplive alternativnih strategij, ter zmanjšajo potrebo po dragih in dolgotrajnih poljskih poskusih (Jarvis, 2001; Jantunen in sod., 2004). V zadnjih letih so za napoved izpiranja FFS vedno več v rabi kombinacije modelov za napoved izpiranja FFS in geografskih informacijskih sistemov (GIS), ki omogočajo boljši pristop k prepoznavanju ranljivosti zemljišč za onesnaževanje in izpiranje FFS (Jarvis, 2001; Jantunen in sod., 2004).

Predstavljena raziskava je bila opravljena v okviru magistrskega dela (Persolja, 2008), kjer smo uporabili celovit pristop za identifikacijo ranljivih območij na Dravskem in Ptujskem polju (DPP) za izpiranje fitofarmacevtskih sredstev (FFS). Preverili smo vpliv glavnih dejavnikov na izpiranje herbicidov v tleh: atrazin, S-metolaklor in terbutilazin ter njihovih metabolitov: vpliv različnih fizikalno-kemijskih lastnosti fitofarmacevtskih sredstev, vpliv razlik med posameznimi vrstami tal, ki so posledica različnih fizikalno-kemijskih lastnosti tal, vpliv padavin in vpliv kmetijskih tehnik. V prispevku predstavljamo rezultate modeliranja vpliva uporabe različnih kmetijskih tehnik in vpliva spremembe organske snovi na izpiranje obravnavanih herbicidov v tleh z modelom PELMO, ki se uporablja tudi v procesu registracije aktivnih snovi FFS v Evropski Uniji (FOCUS, 2000).

Materiali in metode

Za izračun izpiranja FFS na modelnem območju DPP smo uporabili model PELMO 3.3.2. Model PELMO je eno-dimenzionalni numerični model, ki simulira navpično gibanje FFS v nenasičenem delu tal, znotraj ali pod območjem korenin rastlin (Klein, 1995). Za obdelavo prostorskih podatkov smo uporabili programski paket ArcGis Desktop 9.2 (ESRI). Pri modeliranju smo uporabili dva pristopa: simuliranje izpiranja metabolitov hkrati z matično spojino za terbutilazin in simuliranje izpiranja metabolitov ločeno od matične spojine za atrazin in S-metolaklor (psevdo odmerki).

Izdelava scenarijev

Na podlagi atributnih in prostorskih podatkov o dejavnikih okolja na Dravskem in Ptujskem polju (DPP) smo izdelali scenarije (kombinacija: tla/klima/rastlina), na osnovi katerih smo izvedli modeliranje izpiranja obravnavanih snovi.

Tla: v raziskavo smo vključili 26 talnih enot (pedosistematskih enot – PSE), ki so najpogostejše zastopane na Dravskem in Ptujskem polju in jih v različnih medsebojnih kombinacijah predstavlja 26 talnih kartografskih enot (pedokartografske enote – PKE) osnovne pedološke karte v merilu 1:25.000 (DPK25) za obravnavano območje (Digitalna..., 1999). Lastnosti pedosistematskih enot, ki jih potrebuje model PELMO za izvedbo simulacij smo pridobili iz atributnega dela DPK25, digitalnega sloja Pedoloških profilov (Digitalni..., 1999), iz dodatnih pedoloških profilov (izkop, opis in odvzem vzorcev) ter z uporabo pedotransfernih funkcij. Manjkajoče podatke o pedosistematskih enotah smo nadomestili z reprezentativnimi talnimi profili odgovarjajočih talnih tipov izven območja obravnave.

Meteorološki podatki: drugi podatek, potreben za definicijo scenarijev, so dnevni meteorološki podatki: temperatura, zračna vlaga ter padavine. Da bi se čim bolj približali realnim razmeram, smo uporabili podatke iz meteoroloških postaj na obravnavanem območju za obdobje 1994-2005 (Meteorološki..., 2007). Simulacije izpiranja na pedosistematskih enotah smo glede na količino padavin ponovili dvakrat: s podatki postaje z najnižjo povprečno količino padavin v dvanajstih letih in s podatki postaje z najvišjo povprečno količino padavin.

Rastlina: kot testno rastlino v modelu PELMO smo izbrali koruzo za zrnje. Za celotno modelno območje DPP smo predpostavili datum vznika 5. maj, ki smo ga določili glede na optimalni rok setve v slovenskih geografskih območjih (Tajnšek in sod., 1991).

Vpliv dejavnikov na izpiranje herbicidov

Najpomembnejša talna lastnost, ki vpliva na usodo FFS v tleh, predvsem v zgornjih horizontih, je vsebnost organske snovi oz. delež organskega ogljika, ki z globino praviloma pada. Po pregledu podatkov talnih profilov smo ugotovili, da se v tleh modelnega območja DPP delež organske snovi oz. organskega ogljika precej spreminja:

- prvi horizont: 2,0-5,8 % organske snovi (1,2-3,3 % organskega ogljika);
- drugi horizont: 1,2-4,5 % organske snovi (0,7-2,6 % organskega ogljika).

Na podlagi tega podatka smo se odločili za dodaten sklop scenarijev, na katerih smo testirali izpiranje FFS. Za 26 pedosistematskih enot smo poenotili delež organske snovi v prvih dveh horizontih glede na mediano kvantitativnih podatkov DPP in sicer: 1,95 % organskega ogljika v prvem, obdelovalnem horizontu (ornica) ter 1,16 % organskega ogljika v drugem horizontu).

Vpliv različnih kmetijskih tehnik na izpiranje herbicidov in njihovih metabolitov smo ovrednotili z uporabo različnih odmerkov in uporabo dvoletnega kolobarjenja s herbicidi. V ta namen smo določili dva sklopa scenarijev:

- koruza, gojena v monokulturi 12 let – aplikacija herbicida vsako leto;
- koruza, gojena v dvoletnem kolobarju s pšenico – aplikacija herbicida vsako drugo leto.

Uporabili smo način aplikacije in odmerke (min. in maks.), kot jih priporoča pristojni organ za registracijo FFS - Fitosanitarna uprava Republike Slovenije in umetno povečane odmerke za 20%.

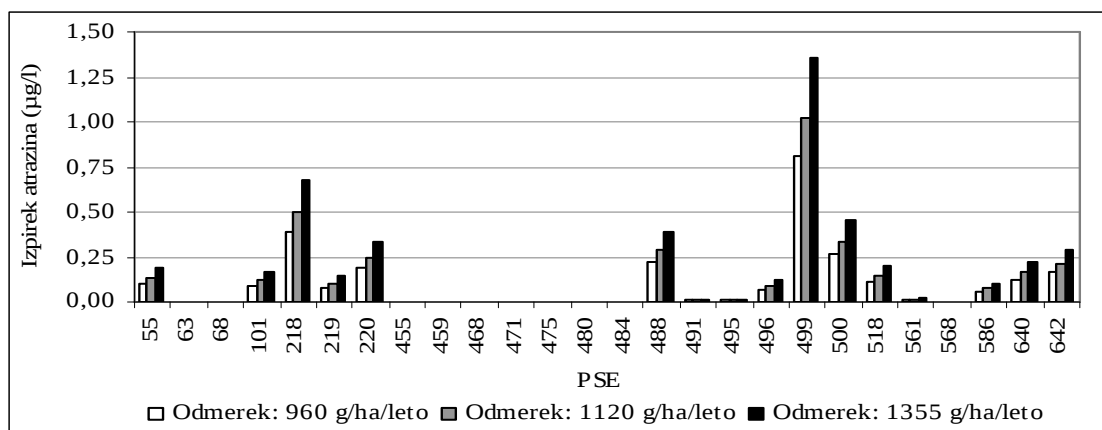
Izvedba simulacij

Za vsako od aktivnih snovi in njene metabolite smo izvedli simulacijo na scenarijih za obdobje 12 let. Na ta način smo zajeli različne meteorološke pogoje, ki se potencialno pojavljajo na obravnavanem območju. Prvi dve leti smo uporabili za t.i. ogrevanje modela (Riparbelli in sod., 2003). Izračunali smo povprečno letno koncentracijo ($\mu\text{g/l}$) obravnavanih snovi v odcedni vodi v obdobju 10 let.

Rezultati

Odmerki

Višji odmerki obravnavanih herbicidov in njihovih metabolitov so se pri vseh pedosistematskih enotah in pri obeh padavinskih razmerah odrazili tudi v večji količini in koncentraciji izpranih snovi v odcedni vodi na dnu profila. Pri metabolitih desetil-atrazinu, ESA in OXA so se absolutne količine izpranih snovi sorazmerno povečale s povečanjem psevdo-odmerka, medtem, ko pri atrazinu, terbutilazinu, desetil-atrazinu povečanje absolutnih količin izpranih snovi ni bilo sorazmerno s povečanjem odmerka. To lahko razložimo s procesi vezave na organsko snov (adsorpcija/desorpcija), ki so pri atrazinu, terbutilazinu, desetil-terbutilazinu in hidroksi-terbutilazinu zaradi kemijskih lastnosti, ki jih odraža tudi visoka Koc, bolj intenzivni oz. potekajo po določenih zakonitostih, ki niso več linearne.



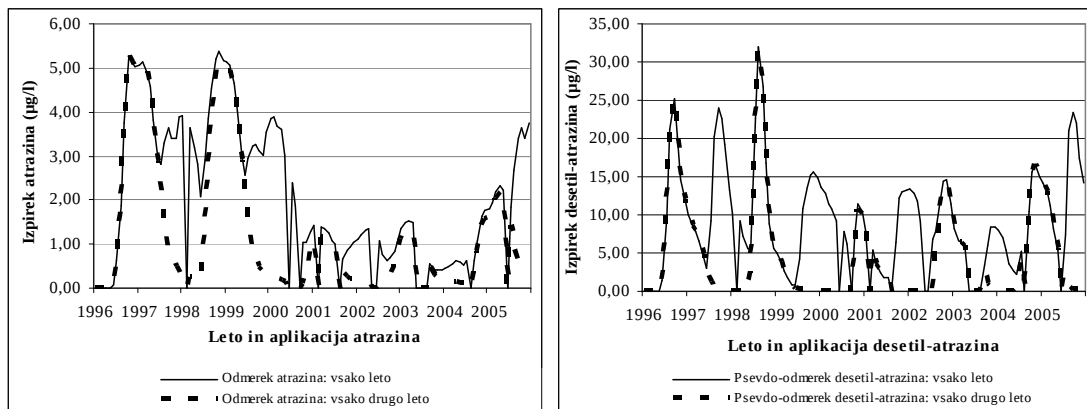
Slika 7: Povprečna letna koncentracija izpranega atrazina ($\mu\text{g/l}$) v odcedni vodi na dnu profila (izpirek) v obdobju 10 let, pri povprečni letni količini padavin 1113 mm in treh odmerkih atrazina, za posamezno talno enoto (PSE) na Dravskem in Ptujskem polju, izračunana z modelom PELMO.

Kolobar

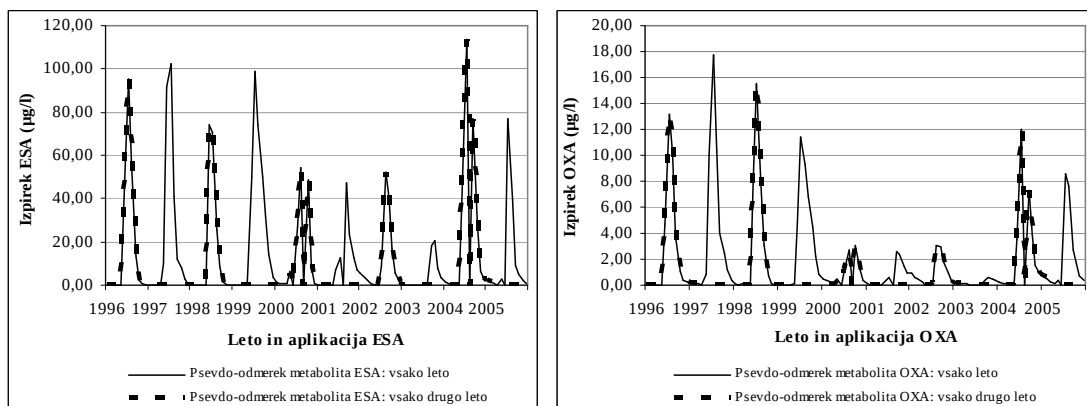
Vpliv pogostosti nanosov istih herbicidov na isto površino smo preverili z dvema sklopoma simulacij. Za izdelavo splošne ranljivosti tal na izpiranje herbicidov in njihovih metabolitov v obdobju 10-let, smo simulacije izvedli najprej za monokulturo koruze, z vsakoletnim nanosom herbicidov, torej 10-krat v desetih letih. Nato smo simulacije ponovili tako, da smo predpostavili gojenje koruze v dvoletnem kolobarju s pšenico in s tem tudi nanos herbicidov vsako drugo leto, torej 5-krat v 10 letih.

Povprečne letne količine izpranih herbicidov in njihovih metabolitov so bile v 10-letnem obdobju pričakovano manjše, če je bila snov nanesena vsako drugo leto, v primerjavi z vsakoletnim nanosom. Zmanjšanje povprečne letne količine izpranih snovi je bilo v 10-letnem obdobju različno. Tako se je povprečna letna količina izpranih herbicidov in njihovih metabolitov v odcedni vodi v pedosistematskih enotah zmanjšala pri atrazinu 1,3-1,8-krat, pri desetil-atrazinu 1,5-1,8-krat, pri ESA 1,7-1,9-krat, pri OXA 1,6-1,9-krat, pri terbutilazinu 1,8-2,0-krat, pri desetil-terbutilazinu 1,8-2,3-krat in pri hidroksi-terbutilazinu 2-2,6-krat.

Primerjavo dinamike izpiranja herbicidov in njihovih metabolitov (mesečne vrednosti izpranih snovi) pri vsakoletnem nanosu herbicidov in nanosu herbicidov vsako drugo leto smo naredili na primeru pedosistematske enote 499 (obrečna tla, distrična, globoka, na peščeno prodnatem aluviju), ki se je med vsemi pedosistematskimi enotami, izkazala kot najbolj ranljiva za izpiranje herbicidov. Izpiranje atrazina je bilo intenzivno tudi v letih, ko ni bilo nanosa atrazina (slika 1, levo), kar je posledica počasnejše dinamike izpiranja atrazina, predvsem zaradi vezave atrazina na organsko snov. Podobno je bilo tudi pri desetil-atrazinu, kjer pa je bilo izpiranje hitrejše in se je začelo manjšati že v letu nanosa oz. psevdo-nanosa desetil-atrazina (slika 2, desno). Tudi terbutilazin in njegovi metaboliti so se izpirali v letih, ko ni bilo nanosa terbutilazina.



Slika 8: Koncentracija izpranega atrazina (desno) in desetil-atrazina (levo) ($\mu\text{g/l}$) (mesečne vrednosti) v odcedni vodi na dnu profila (izpirek) v obdobju 10 let v PSE 499, pri povprečni letni količini padavin 1113 mm in pri odmerku atrazina 1355 g/ha ter psevdo-odmerku desetil-atrazina 354 g/ha, vsako leto in vsako drugo leto, za posamezno PSE na Dravskem in Ptujskem polju, izračunana z modelom PELMO.



Slika 9: Koncentracija izpranega ESA (desno) in OXA (levo) ($\mu\text{g/l}$) (mesečne vrednosti) v odcedni vodi na dnu profila (izpirek) v obdobju 10 let v PSE 499, pri povprečni letni količini padavin 1113 mm in pri psevdo-odmerku ESA 399 g/ha ter psevdo-odmerku OXA 190 g/ha, vsako leto in vsako drugo leto, za posamezno PSE na Dravskem in Ptujskem polju, izračunana z modelom PELMO.

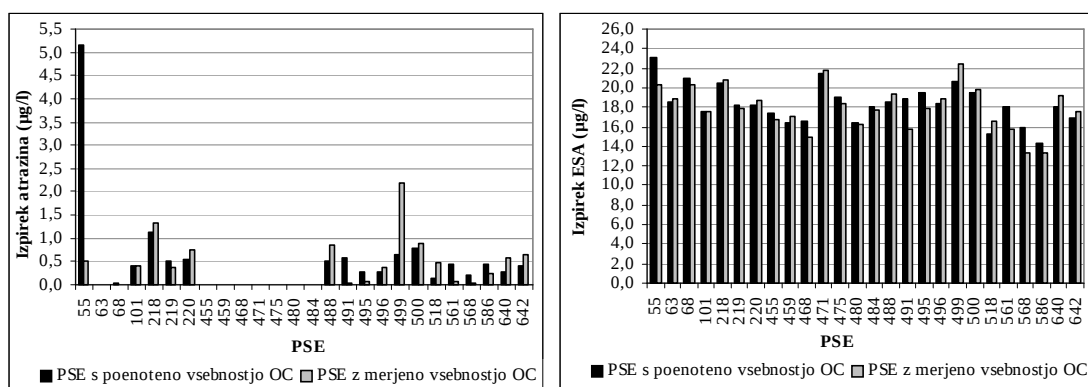
Metaboliti S-metolaklora ESA in OXA so se v celoti izprali v enem letu oz. celo v eni rastni sezoni (slika 3). V tem primeru uporaba S-metolaklora vsaki dve leti ali več nima nobenega učinka na zmanjšanje metabolitov ESA in OXA v podzemni vodi v letu nanosa, saj se oba metabolita zaradi nizke Koc vrednosti v tleh zelo hitro izpirata.

Vpliv vsebnosti organske snovi

Rezultate modeliranja izpiranja herbicidov in njihovih metabolitov na pedosistematskih enotah z merjeno vsebnostjo organske snovi smo primerjali z rezultati izpiranja na pedosistematskih enotah s poenoteno vsebnostjo organske snovi. Vpliv spremembe vsebnosti organske snovi oz. organskega ogljika je bil najbolj viden pri dveh pedosistematskih enotah: PSE 55 (ranker) in PSE 499. Pedosistematski enoti

55 smo vsebnost OC v prvem horizontu zmanjšali iz 3,3 % na 1,95 % (1,7-krat) in v drugem horizontu iz 2,6 na 1,16 % (2,3-krat). Vpliv spremembe vsebnosti OC je bil najbolj viden pri rezultatih modeliranja izpiranja atrazina (slika 4, levo) in terbutilazina, kjer se je količina izprane snovi v ocedni vodi na dnu profila zaradi zmanjšanja vsebnosti OC povečala 10-krat. Količina izpranega desetil-terbutilazina se je povečala 5,8-krat, hidroksi-terbutilazina 3,4-krat, OXA se je v tej talni enoti z zmanjšanjem deleža OC povečala 1,9-krat, desetil-atrazina 1,8-krat in ESA 1,2-krat.

Sprememba deleža organskega ogljika v pedosistematskih enotah ni imela skoraj nobenega vpliva na izpiranje ESA (slika 4, desno), ne glede na velikost spremembe deleža OC. Sprememba vsebnosti organske snovi je torej pri izpiranju herbicidov pomembna predvsem pri herbicidih s sposobnostjo vezave na organsko snov. Izpiranje herbicidov je v tem primeru odvisno od vrednosti Koc herbicidov in njihovih metabolitov in teksture tal oz. sposobnosti tal za zadrževanje vode. S poenotenjem vsebnosti organske snovi oz. organskega ogljika v tleh lahko tako bolj natančno določimo vpliv ostalih fizikalno-kemijskih lastnosti tal na izpiranje herbicidov v tleh.



Slika 10: Povprečna letna koncentracija izpranega atrazina (levo) in ESA (desno) (µg/l) v ocedni vodi na dnu profila (izpirek) v obdobju 10 let, pri povprečni letni količini padavin 1113 mm v PSE s poenoteno vsebnostjo OC in merjeno vsebnostjo OC na Dravskem in Ptujskem polju, izračunana z modelom PELMO.

Sklepi

Upoštevanje dobre kmetijske prakse kot sta npr. uporaba kolobarjenja s herbicidi in uporaba odmerkov v skladu z mestno-specifičnimi razmerami okolja lahko sicer pripomore k zmanjšanju koncentracij izpranih snovi, vendar včasih tudi kolobarjenje s herbicidi zaradi specifičnih lastnosti herbicidov in njihovih metabolitov ni dovolj za zmanjšanje nevarnosti izpiranja herbicidov in njihovih metabolitov.

Ukrepi za varovanje tal in s tem podzemnih voda so lahko uspešni samo na podlagi poznavanja kompleksnih procesov, ki vplivajo na usodo FFS v tleh; lastnosti tal, podnebja ter kmetijske prakse. Boljše razumevanje individualnih procesov in

medsebojni vpliv procesov izboljša napovedi obnašanja tal in FFS med modeliranjem in s tem omogoča izdelavo bolj stvarnih ocen tveganja.

Rezultati modelov so pokazali, da je vsebnost talne organske snovi ključna za razgradnjo FFS in posledično za njihovo izpiranje v podzemne vode, zato bi bilo potrebno na občutljivih območjih opraviti natančen monitoring vsebnosti organske snovi v zgornjih horizontih kmetijskih površin in seznanjati lastnike zemljišč o pomenu skrbi za organsko snov v tleh.

Zahvala

Za pomoč pri zbiranju in interpretaciji podatkov o tleh se zahvaljujemo: Jani Ruprecht, Marjan Šporar, Tomaž Kralj, Vili Šijanec, Irena Tič. Koristne nasvete o modeliranju in kmetijski praksi na DPP so prispevali Matej Knapič, Jernej Drofenik, Tomaž Seliškar, Gijsbertus Mattheus Van Der Geest, Rok Mihelič, Jože Maček, Jože Miklavc, Anton Tajnšek, Marina Pintar, Mitja Brilly.

Literatura

- Acutis M., Donatelli M. 2003. SOILPAR 2.00: Software to estimate soil hydrological parameters and functions. *European Journal of Agronomy*, 18, 3-4: 373-377
- Digitalna pedološka karta 1: 25.000. 1999. Ljubljana, Center za pedologijo in varstvo okolja (CPVO), Biotehniška fakulteta (izpis iz podatkovne baze)
- Digitalni informacijski sloj pedoloških profilov. 1999. Ljubljana, Center za pedologijo in varstvo okolja (CPVO), Biotehniška fakulteta (izpis iz podatkovne baze)
- FOCUS, 2000. Boesten, J., Businelli, M., Delmas, A., Gottesbüren, B., Hanze, K., Jarvis, T., Jones, R., Klein, M., Van der Linden, T., Rekolainen, S., Ressler, H., Roquero, C., Maier, W.-M., Styczen, M., Thorsen, K., Travis, K., Vanclooster, M. 2000. FOCUS groundwater scenarios in the EU review of active substances. Brussels, Sanco/321/2000.
- Jantunen P., Trevisan M., Capri E. 2004. Computer models for characterizing the fate of chemicals in soil: Pesticide leaching models and their practical applications. V: *Soil-water-solute process characterization: an integrated approach*, Alvarez-Bendi J., Munoz-Carpena R. (ed.). CRC Press: 715-756
- Jarvis N.J., 2001. Modelling pesticide environmental fate: process understanding and knowledge gaps. V: *Pesticide behaviour in soils and water*. Farnham Surrey, British Crop Protection Council Monograph, 78: 11–18.
- Klein M. 1995. PELMO: Pesticide leaching model, User manual version 2.01. Fraunhofer-Institut für Umweltchemie und Ökotoxikologie: 102 str.
- Meteorološki podatki za obdobje 1994-2005. Ljubljana, Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje, Urad za meteorologijo, 2007 (izpis iz podatkovne baze)
- Persolja, J., 2008. Napoved izpiranja herbicidov v tleh Dravskega in Ptuijskega polja z modelom PELMO : magistrsko delo = Prediction of herbicide leaching in the soils of Dravsko and Ptuijsko polje with the PELMO model : M. Sc. thesis. Ljubljana, XXII, 118 f., [25]
- Pintar M., Suhadolc M., Lobnik F. 1997. Atrazin in razgradni produkti v vodah Apaške doline. V: *Zbornik predavanj in referatov 3. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin v Portorožu od 4. do 5. marca*. Maček, J. (ur.). Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije: 119-125
- http://ec.europa.eu/food/plant/protection/evaluation/newactive/s_metolachlor.pdf (10. jan. 2008)
- Programski paket ArcGis Desktop 9.2. 2007. ArcGIS Desktop Help. ESRI: CD-ROM – licenca Univerze v Ljubljani.

- Riparbelli C., Cambareri M. Pastori M, Mariani D, Brenna S. 2003. Evaluation of pesticide leaching hazard with a combined use of SUSAP system and land use Census data in north Italy. V: proceedings of the XII symposium pesticide chemistry, Piazencia-Italia, June 4-6, 2003. Del Re A.A.M., Capri E., Padovani L., Trevisan M. (ed.). Pavia, La Goliardica Pavese: 677-686
- Seznam registriranih fitofarmaceutskih sredstev na dan 19.2.2008. Ministrstvo za kmetijstvo gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava Republike Slovenije
<http://spletni2.furs.gov.si/FFS/REGSR/index.htm> (19. feb. 2008)
- Tajnšek A., Milevoj L., Čergan Z., Osvald J. 1991. Koruza, Knjižnica za pospeševanje kmetijstva. Kmečki glas, Ljubljana: 180 str.

Oskrbljenost tal s fosforjem in kalijem na njivah v Sloveniji

Janez SUŠIN³⁶, Vida ŽNIDARŠIČ PONGRAC³⁷

Izvleček

V obdobju 2005 – 2007 smo na rastlinam dostopni fosfor in kalij (AL metoda) analizirali 2.052 vzorcev tal s prevladujočim poljedelskim ter 556 vzorcev tal s prevladujočim vrtnarskim kolobarjem. Vzorce tal smo odvzeli iz obdelovalnega sloja tal (do 30 cm) na vseh kmetijskih območjih v Sloveniji. S fosforjem in kalijem so bolj založena tla z vrtnarskim kolobarjem. Povprečna založenost tal s fosforjem je 23 mg $P_2O_5/100g$ v poljedelskem kolobarju ter 44 mg $P_2O_5/100g$ v vrtnarskem kolobarju. Povprečna založenost tal s kalijem je 23 mg $K_2O/100g$ v poljedelskem kolobarju ter 29 mg $K_2O/100g$ v vrtnarskem kolobarju. S fosforjem je optimalno oskrbljenih okoli 30 % tal, enako velja tudi za kalij. Pomanjkanje fosforja (< 13 mg $P_2O_5/100g$) je značilno za 44 % tal s poljedelskim ter 25 % tal z vrtnarskim kolobarjem. Pomanjkanje kalija (< 20 mg $K_2O/100g$) je značilno za 49 % tal s poljedelskim ter 39 % tal z vrtnarskim kolobarjem. Preveč fosforja (> 25 mg $P_2O_5/100g$) je značilno za 26 % tal s poljedelskim ter 47 % tal z vrtnarskim kolobarjem. Preveč kalija (> 30 mg $K_2O/100g$) je značilno za 23 % tal s poljedelskim ter 31 % tal z vrtnarskim kolobarjem.

Glavne besede: tla, poljščine, vrtnine, fosfor, kalij, Slovenija

Soil supply with phosphorous and potassium in the fields of Slovenia

Abstract

In the period 2005 – 2007, 2.052 soil samples from fields with prevailingly field crop rotation and 556 soil samples from fields with prevailingly vegetable crop rotation were analysed on the plant available phosphorous and potassium (AL method). Soil samples were taken from arable layer of soil (0 – 30 cm) in all agricultural areas of Slovenia. Soils with vegetable crop rotation are better supplied with phosphorous and potassium. The average soil supply with phosphorous is 23 mg $P_2O_5/100g$ in the fields with field crop rotation and 44 mg $P_2O_5/100g$ in the fields with vegetable crop rotation. The average soil supply with potassium is 23 mg $K_2O/100g$ in the fields with field crop rotation and 29 mg $K_2O/100g$ in the fields with vegetable crop rotation. Around 30 % of soil are optimally supplied with phosphorous and equally with potassium. Lack of phosphorous (< 13 mg $P_2O_5/100g$) is common for 44 % of soil with field crop rotation and 25 % of soil with vegetable crop rotation. Lack of potassium (< 20 mg $K_2O/100g$) is common for 49 % of soil with field crop rotation and 39 % of soil with vegetable crop rotation. Soil oversupplied with phosphorous (> 25 mg $P_2O_5/100g$) is common for 26 % of soil with field crop rotation and 47 % of soil with vegetable rotation. Soil oversupplied with potassium (> 30 mg $K_2O/100g$) is common for 23 % of soil with field crop rotation and 31 % of soil with vegetable rotation.

Key words: soil, field crops, vegetable crops, phosphorous, potassium, Slovenia

1 Uvod

Gnojenje je agrotehnični ukrep, s pomočjo katerega skušamo v tleh zagotoviti ustrezno količino hranil za rast in razvoj rastlin. To velja tudi za fosfor in kalij. Založenost kmetijskih tal s fosforjem in kalijem je v Sloveniji zelo različna. Kmetijsko bolj intenzivne rastline (hmelj, zelenjava, intenzivni sadovnjaki in vinogradi) so s fosforjem in kalijem v tleh ponavadi bolj oskrbljene kot druge vrste rastlin, predvsem travniki in pašniki (Leskošek s

³⁶ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: janez.susin@kis.si

³⁷ Mag., univ. dipl. kem., prav tam, e-pošta: vida.pongrac@kis.si

sod., 1998; Sušin, 2008). Temu ustrezno je različna tudi poraba mineralnih gnojil. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije (SURS, 2008b) smo kmetijska tla v Sloveniji v letu 2006 povprečno gnojili z 28 kg/ha P_2O_5 in 33 kg/ha K_2O v obliki mineralnih gnojil. Največ fosforja in kalija smo porabili za gnojenje njiv in vrtov (46 kg/ha P_2O_5 in 58 kg/ha K_2O), sledijo trajni nasadi (32 kg/ha P_2O_5 in 52 kg/ha K_2O), najmanj pa za gnojenje travnikov in pašnikov (15 kg/ha P_2O_5 in 15 kg/ha K_2O). Poraba fosforja in kalija se na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi v Sloveniji sicer zmanjšuje že od leta 1999, ko je ta še znašala 40 kg/ha P_2O_5 in 49 kg/ha K_2O (SURS, 2008a).

Sistematično urejenih podatkov o oskrbljenosti kmetijskih tal s fosforjem in kalijem v Sloveniji ni na voljo. Zaradi tega smo leta 2005 na Kmetijskem inštitutu Slovenije začeli izvajati projekt »Kontrola rodovitnosti kmetijskih tal v Sloveniji«, ki ima med drugim namen ugotoviti tudi oskrbljenost kmetijskih tal v Sloveniji s fosforjem in kalijem. Raziskava poteka četrto leto, temelji pa na sistematičnem vzorčenju 2.000 vzorcev tal letno (Sušin in sod., 2006, 2007, 2008). Namen prispevka je predstaviti triletno (2005 – 2007) rezultate na področju oskrbljenosti njivskih tal s fosforjem in kalijem v Sloveniji.

2 Material in metode dela

V obdobju 2005 – 2007 smo v sklopu izvajanja projekta »Kontrola rodovitnosti kmetijskih tal v Sloveniji« z njiv odvzeli 2.608 vzorcev tal (Sušin in sod., 2006, 2007, 2008). Vzorčenje na njivah smo razdelili na vzorčenje njiv s prevladujočim poljedelskim kolobarjem ter na vzorčenje njiv s prevladujočim vrtnarskim kolobarjem, saj smo predvidevali, da so parametri rodovitnosti tal na njivah, kjer pridelujemo vrtnine, drugačni od njiv, kjer pridelujemo poljščine. Z njiv s poljedelskim kolobarjem smo odvzeli 2.052 vzorcev tal, z njiv z vrtnarskim kolobarjem pa 556 vzorcev tal. Pri vzorčenju smo upoštevali načelo enakomerne porazdelitve odvzemnih mest znotraj Kmetijsko gozdarskih zavodov (KGZ) ter obseg in strukturo kmetijske pridelave znotraj KGZ (preglednica 1).

Preglednica 4: Število analiziranih vzorcev tal z njiv s poljedelskim in vrtnarskim kolobarjem v obdobju 2005 – 2007

KGZ	Poljedelski kolobar	Vrtnarski kolobar	Skupaj
Murska Sobota	398	93	491
Ptuj	340	87	427
Ljubljana	293	88	381
Celje	275	70	345
Novo mesto	280	44	324
Maribor	218	63	281
Kranj	136	45	181
Nova Gorica	112	66	178
Skupaj	2.052	556	2.608

Vzorčenje tal smo opravili jeseni po spravi pridelkov z globine obdelovalnega sloja tal (do 30 cm). Analizo rastlinam lahko dostopnega fosforja in kalija smo v vzorcih tal opravili po AL metodi, vrednotenje rezultatov analiz pa na podlagi standardnih pedoloških tolmačenj (Leskošek in Mihelič, 1998).

3 Rezultati z diskusijo

3.1 OSKRBLJENOST NJIV S FOSFORJEM

Povprečna založenost s fosforjem znaša na njivah s poljedelskim kolobarjem 23 mg $P_2O_5/100g$ tal. Optimalno oskrbljenih tal s fosforjem je na njivah s poljedelskim kolobarjem 30 %. Pomanjkanje fosforja (A in B razred) je značilno za 44 % njiv, prezaloženost (D in E razred) pa za 26 % njiv. Skrbi predvsem podatek, da je skoraj vsaka peta njiva s poljščinami siromašno oskrbljena s fosforjem (A razred). Največ fosforja v tleh vsebujejo poljedelske njive na območju KGZ Kranj in KGZ Celje, sledijo pa KGZ Ljubljana in KGZ Ptuj. Na omenjenih območjih je povprečna založenost tal s fosforjem čezmerna (D razred), odstotek prezaloženih tal (D in E razred) pa presega 30 % (na območju KGZ Kranj celo 50 %). Najmanj fosforja vsebujejo poljedelska tla na območju KGZ Novo mesto in KGZ Murska Sobota, kjer je povprečna založenost s fosforjem sicer optimalna (15 mg $P_2O_5/100g$), a je za okoli 60 % njiv značilno pomanjkanje fosforja v tleh (preglednica 2).

Preglednica 5: Rastlinam lahko dostopni fosfor v tleh na njivah s poljedelskim kolobarjem (v mg $P_2O_5/100g$)

KGZ	Povprečje mg $P_2O_5/100g$	Porazdelitev vzorcev tal v razrede oskrbljenosti (v %)				
		A siromašna (< 6)	B srednja (6-12)	C optimalna (13-25)	D čezmerna (26-40)	E ekstremna (> 40)
Kranj	31	6	12	32	29	22
Celje	30	12	22	32	17	17
Ljubljana	28	17	20	28	14	21
Ptuj	28	13	23	30	15	19
Maribor	22	15	24	34	16	11
Nova Gorica	20	31	27	23	8	11
Novo mesto	15	30	31	24	10	5
Murska Sobota	15	20	36	33	7	4
Skupaj	23	18	26	30	13	13

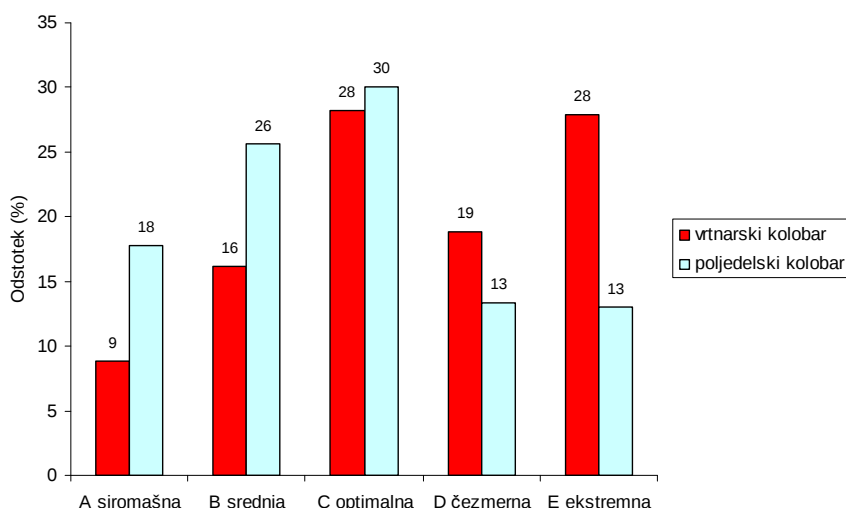
Njive z vrtnarskim kolobarjem v povprečju vsebujejo preveč fosforja. Povprečna založenost teh njiv namreč znaša 44 mg $P_2O_5/100g$ tal. S fosforjem je prezaloženih kar 47 % njiv, pri čemer je 28 % njiv celo takšnih, kjer je oskrbljenost tal s fosforjem ekstremno visoka (E razred). Optimalno oskrbljenih tal s fosforjem je samo 26 %. Pomanjkanje fosforja v tleh (A ali B razred) je na njivah z vrtnarskim kolobarjem zelo redko in v povprečju ne presega 25 %. Njive z vrtnarskim kolobarjem so s fosforjem najbolj založene na območju KGZ Celje, kjer povprečna založenost znaša kar 74 mg $P_2O_5/100g$ tal, 47 % njiv pa je ekstremno oskrbljenih v fosforjem (E razred). Ekstremno visoka povprečna založenost tal s fosforjem je značilna tudi za njive na območju KGZ Ptuj, KGZ Novo mesto, KGZ Ljubljana in KGZ Kranj. Na območju KGZ Maribor, KGZ Murska Sobota in KGZ Nova Gorica je povprečna založenost njiv s fosforjem bistveno manjša (preglednica 3).

Primerjava oskrbljenosti tal s fosforjem na njivah s poljedelskim in vrtnarskim kolobarjem pokaže, da so njive s poljedelskim kolobarjem bistveno slabše založene s fosforjem kot njive z vrtnarskim kolobarjem. Njive s poljedelskim kolobarjem so v povprečju optimalno založene s fosforjem (23 mg $P_2O_5/100g$), medtem ko je povprečna založenost njiv z vrtnarskim kolobarjem ekstremno visoka (44 mg $P_2O_5/100g$). Za obe vrsti rabe tal je značilen podoben odstotek optimalno založenih tal s fosforjem (28 % in 30 %), razlikujeta pa se predvsem po odstotku prezaloženih in slabo založenih tal s fosforjem. Za njive z vrtnarskim kolobarjem je

značilen bistveno večji odstotek prezaloženih tal s fosforjem, kar še posebej velja za ekstremno oskrbljenost (28 % v primerjavi s 13 %), posledično pa manjši odstotek njiv s pomanjkanjem fosforja v tleh (A in B razred) (25 % v primerjavi s 44 %) (slika 1).

Preglednica 6: Rastlinam lahko dostopni fosfor v tleh na njivah z vrtnarskim kolobarjem (v mg $P_2O_5/100g$)

KGZ	Povprečje mg $P_2O_5/100g$	Porazdelitev vzorcev tal v razrede oskrbljenosti (v %)				
		A siromašna (< 6)	B srednja (6-12)	C optimalna (13-25)	D čezmerna (26-40)	E ekstremna (> 40)
Celje	74	3	6	20	24	47
Ptuj	55	3	17	33	24	22
Novo mesto	53	9	25	18	14	34
Ljubljana	50	7	10	27	11	44
Kranj	43	9	0	22	36	33
Maribor	28	8	29	40	8	16
Murska Sobota	26	10	14	40	18	18
Nova Gorica	24	24	30	15	20	11
Skupaj	44	9	16	28	19	28



Slika 11: Razvrstitev glede na oskrbljenost tal s fosforjem njiv z vrtnarskim in njiv poljedelskim kolobarjem (v %)

3.2 OSKRBLJENOST S KALIJEM

Povprečna založenost tal s kalijem je na njivah s poljedelskim kolobarjem je sicer optimalna (23 mg $P_2O_5/100g$ tal), a je s kalijem optimalno oskrbljenih zgolj 29 % njiv. Pomanjkanje kalija v tleh je na teh njivah bistveno bolj pogosto od primerov, ko je kalija v tleh preveč. Pomanjkanje kalija v tleh je namreč značilno za 49 %, preveč kalija pa za 23 % njiv s poljedelskim kolobarjem. Največ kalija v tleh imajo poljedelske njive na območju KGZ Kranj, kjer povprečna založenost znaša 34 mg $K_2O/100g$, prezaloženih tal s kalijem pa je 53 %. Na

ostalih območjih večinoma prevladuje zmerno pomanjkanje kalija v tleh (B razred), odstotek prezaloženih tal pa ne presega 30 %. Najmanj kalija v tleh imajo poljedelske njive na območju KGZ Murska Sobota, saj je na teh njivah pomanjkanje kalija značilno kar za 67 % njiv, preveč kalija v tleh pa je prava redkost (6 %) (preglednica 4).

Preglednica 7: Rastlinam lahko dostopni kalij v tleh na njivah s poljedelskim kolobarjem (v mg K₂O/100g)

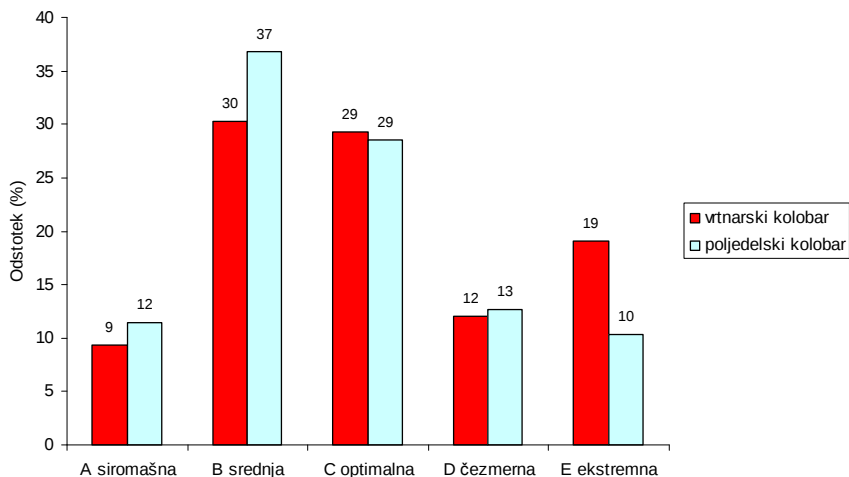
KGZ	Povprečje mg K ₂ O/100g	Porazdelitev vzorcev tal v razrede oskrbljenosti (v %)				
		A siromašna (< 10)	B srednja (10-19)	C optimalna (20-30)	D čezmerna (31-40)	E ekstremna (> 40)
Kranj	34	4	15	27	24	29
Celje	28	4	30	35	15	16
Ljubljana	25	13	35	22	15	15
Maribor	24	13	33	28	17	10
Novo mesto	22	13	34	34	11	8
Nova Gorica	22	6	47	29	9	8
Ptuj	22	16	35	27	15	7
Murska Sobota	18	13	54	27	4	2
Skupaj	23	12	37	29	13	10

Preglednica 8: Rastlinam lahko dostopni kalij v tleh na njivah z vrtnarskim kolobarjem (v mg K₂O/100g)

KGZ	Povprečje mg K ₂ O/100g	Porazdelitev vzorcev tal v razrede oskrbljenosti (v %)				
		A siromašna (< 10)	B srednja (10-19)	C optimalna (20-30)	D čezmerna (31-40)	E ekstremna (> 40)
Ptuj	37	13	33	18	15	21
Novo mesto	35	7	23	18	18	34
Kranj	34	0	11	44	18	27
Celje	31	6	31	26	13	24
Ljubljana	31	10	20	31	13	26
Nova Gorica	24	2	33	50	8	8
Murska Sobota	23	9	45	26	9	12
Maribor	20	25	32	27	8	8
Skupaj	29	9	30	29	12	19

Njive z vrtnarskim kolobarjem so v povprečju optimalno oskrbljene s kalijem (29 mg K₂O/100g). Največ njiv (30 %) je sicer takšnih, kjer kalija v tleh zmerno primanjkuje (B razred), ali pa je njegova oskrbljenost optimalna (29 %; C razred). Siromašna oskrbljenost tal s kalijem (A razred) je značilna samo za 9 % njiv, preveč kalija (D in E razred) pa za 31 % njiv. Njive z vrtnarskim kolobarjem lahko v Sloveniji glede na založenost tal s kalijem razdelimo v dve skupini. Prvo skupino sestavljajo njive na območju KGZ Ptuj, KGZ Novo mesto, KGZ Kranj, KGZ Celje in KGZ Ljubljana. Na omenjenih območjih je povprečna oskrbljenost njiv s kalijem čezmerna (D razred), odstotek prezaloženih tal s kalijem pa je značilen za okoli 40 % njiv. Drugo skupino sestavljajo njive na območju KGZ Nova Gorica, KGZ Murska Sobota in KGZ Maribor, kjer je povprečna založenost njiv s kalijem optimalna, prezaloženih tal pa praviloma ni več od 20 % (preglednica 5).

Primerjava oskrbljenosti tal s kalijem na njivah s poljedelskim in vrtnarskim kolobarjem pokaže, da so njive z vrtnarskim kolobarjem v Sloveniji v povprečju bolje založene s kalijem kot njive s poljedelskim kolobarjem (29 mg K₂O/100g v primerjavi s 23 mg K₂O/100g), a je za obe vrsti rabe tal značilen enak odstotek njiv z optimalno oskrbljenostjo s kalijem (29 %). Za njive z vrtnarskim kolobarjem je v primerjavi z njivami s poljedelskim kolobarjem značilen predvsem večji odstotek njiv z ekstremno oskrbljenostjo tal s kalijem (19 % v primerjavi z 10 %) ter manjši odstotek njiv z zmernim pomanjkanjem kalija v tleh (B razred; 30 % v primerjavi s 37 %) (slika 2).



Slika 12: Razvrstitev glede na oskrbljenosti tal s kalijem na njivah z vrtnarskim in poljedelskim kolobarjem (v %)

4 Sklepi

Oskrbljenost tal s fosforjem in kalijem je na njivah v Sloveniji zelo različna. Odvisna je od rabe tal, saj so njive, na katerih v kolobarju prevladujejo vrtnine, praviloma bolje založene s fosforjem in kalijem od njiv, kjer v kolobarju prevladujejo poljščine. Ugotavljamo, da založenost njiv s fosforjem in kalijem ni najboljša, saj je optimalno oskrbljenih njiv s fosforjem v Sloveniji okoli 30 %, enako pa velja tudi za kalij. Z obema hraniloma hkrati je optimalno oskrbljenih samo 10 % njiv. Njive so sicer pogosteje prezaložene s fosforjem, kar še posebej velja za njive z vrtnarskim kolobarjem. Omenjeno trditev lahko pripišemo dejstvu, da je odvzem fosforja s pridelki na njivah manjši od odvzema kalija, kar še posebej velja za vrtnine, zaradi česar v tleh pogosteje ostane več fosforja kot kalija. K neustrezni založenosti njiv s fosforjem in kalijem pomembno prispeva tudi pogosto neustrezno razmerje med kalijem in fosforjem v sestavljenih mineralnih gnojilih, saj je le-to večinoma preozko glede na dejanske potrebe rastlin (Sušin, 2008).

V Sloveniji so njive s fosforjem in kalijem slabše založene na območjih, kjer je ekonomski status kmetijstva manj ugoden, zaradi česar je tudi poraba gnojil manjša ter na območjih, kjer so tla že zaradi naravnih danosti siromašnejša (Murska Sobota, Nova Gorica, Maribor). S fosforjem in kalijem so najboljše založene njive, kjer je poljedelstvo in vrtnarstvo najbolj intenzivno (Kranj, Ljubljana, Celje).

Ker se cene mineralnih gnojil v zadnjem času zelo hitro povečujejo, zaradi česar se že od leta 2000 zmanjšuje poraba mineralnih gnojil (SURs, 2008a), lahko pričakujemo, da se bo

odstotek prezaloženih njiv s fosforjem in kalijem v prihodnje verjetno začel zmanjševati, a se bo zaradi tega začel povečevati odstotek njiv, kjer bo fosforja in kalija v tleh primanjkovalo.

5 Zahvala

Avtor prispevka se zahvaljuje Petrokemiji d.d. iz Kutine na Hrvaškem, ki finančno podpira izvedbo raziskave ter Kmetijsko gozdarski zbornici Slovenije, ki v okviru projekta skrbi za odvzem vzorcev tal.

6 Literatura

- Leskošek, M., Mihelič, R. 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Del 1, Poljedelstvo in travništvo. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana: 51 s.
- Leskošek, M., Mihelič, R., Grčman, H., Pavlič, E. 1998. Oskrbljenost kmetijskih tal s fosforjem in kalijem v Sloveniji. V: Novi izzivi v poljedelstvu '98: Zbornik simpozija, Dobrna, 3. in 4. december 1998, Slovensko agronomsko društvo, Ljubljana: 37-41
- Statistični urad Republike Slovenije (SURS). 2008a. Poraba mineralnih gnojil v Sloveniji. (www.stat.si; 16. jul. 2008)
- Statistični urad Republike Slovenije (SURS). 2008b. Poraba mineralnih gnojil po kulturah, Slovenija, 2006. (http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=1427; 31. jan. 2008)
- Sušin, J. 2008. Kakšna mineralna gnojila potrebuje slovenski kmet za gnojenje s fosforjem in kalijem? Sejalec, maj 2008, let. 3, 5: 18-21
- Sušin, J., Žnidaršič Pongrac, V., Vrščaj, B., Simončič, A. 2006. Kontrola rodovitnosti tal v Sloveniji. Poročilo za leto 2005. Kmetijski inštitut Slovenije: 42 s.
- Sušin, J., Žnidaršič Pongrac, V., Vrščaj, B., Simončič, A. 2007. Kontrola rodovitnosti tal v Sloveniji. Poročilo za leto 2006. Kmetijski inštitut Slovenije: 25 s.
- Sušin, J., Žnidaršič Pongrac, V., Vrščaj, B., Simončič, A. 2008. Kontrola rodovitnosti tal v Sloveniji. Poročilo za leto 2007. Kmetijski inštitut Slovenije: 27 s.

Fosfor in kalij v tleh na območju občine Ribnica

Irena ŠILC³⁸, Helena GRČMAN³⁹, Rok MIHELIC⁴⁰

Izvleček

V občini Ribnica prevladuje ekstenzivna kmetijska pridelava. Vzroki so velika razdrobljenost kmetijskih zemljišč, težje pridelovalne razmere in bližina Ljubljane, ki nudi prebivalcem zaposlitev. V prispevku smo na osnovi rezultatov kemičnih analiz za obdobje 2002 do 2007 ugotavljali, kakšna je založenost tal s fosforjem in kalijem. Vseh analiziranih vzorcev za to obdobje je bilo 239: 167 vzorcev iz travnikov, 30 iz njiv, 29 iz pašnikov in 13 iz travnikov z ekološko pridelavo. Največji delež vzorcev je glede na vsebnost fosforja v razredu siromašnih tal (74 % vseh vzorcev). V razredu optimalno preskrbljenih tal je 7,5 % vzorcev. V razredu ekstremno preskrbljenih tal za fosfor ni bilo vzorcev. Največji delež vzorcev glede na vsebnost kalija je bila v razredu srednje preskrbljenih tal, in sicer 46,0 %. V optimalnem razredu je bilo 19,6 % vzorcev. Vzorcev v prekomernem in ekstremnem razredu je bilo 20,9 %. Ugotovili smo rahel trend naraščanja vsebnosti fosforja in kalija v tleh z velikostjo kmetij. Ugotavljamo, da ima občina Ribnica še neizkoriščene kapacitete za kmetijsko pridelavo s stališča zaloge rastlinam dostopnih hranil v tleh.

Ključne besede: tla, hranila v tleh, fosfor, kalij, založenost, gnojenje, Slovenija, Občina Ribnica

Phosphorus and potassium in the soil in the Ribnica municipality

Abstract

In the Ribnica municipality extensive agricultural production prevails. The main reasons are small and scattered fields, hard conditions for production and vicinity of the capital city, which gives employment to inhabitants of Ribnica region. In this project we were investigating the availability of phosphorus and potassium in the soil on basis of the results of chemical analysis performed in the period from 2002 to 2007. The total number of analyzed soil samples in this period was 239: 167 samples from meadows, 30 from arable fields, 29 from pastures and 13 from meadows managed by the principles of ecological (= organic) agriculture. The highest number of samples regarding phosphorus belongs to the class of poor soil supply (74 % of all samples), whereas in the class of optimal soil supply is 7.5 % of samples. Extremely supplied soils with phosphorus haven't been found with any samples. The highest part of samples regarding plant-available potassium belonged to the class of medium soil supply (46.0 %). In optimal class there were 20.9 % of samples. We find a slight correlation between the content phosphorus and potassium in the soil with the size of farms. We are finding that the Ribnica municipality has still unexploited capacities for agricultural production concerning the soil stock of plant available nutrients.

Key words: soil, nutrients in soil, phosphorus, potassium, soil stock of nutrients, fertilization, Slovenia, Ribnica municipality

1 Uvod

³⁸ Univ.dipl.inž agr., Kmetijski Zavod Ljubljana, Celovška cesta 135, Ljubljana, e-pošta: kss.ribnica@lj.kgzs.si

³⁹ Doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, e-pošta: helena.grcman@bf.uni-lj.si

⁴⁰ Doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, e-pošta: rok.mihelic@bf.uni-lj.si

Za območje občine Ribnica je veljalo in še vedno velja, da kmetijstvo ne predstavlja glavnega vira dohodka, zaradi česar so tudi vlaganja v kmetijstvo majhna. Kljub temu kmetijstvo v zadnjih letih pridobiva na pomenu, predvsem z vidika ohranjanja kulturne krajine. Travinje ima pri tem pomembno funkcijo zaradi preprečevanja zaraščanja. Za občino Ribnica velja, podobno kot za celotno Slovenijo, da med kmetijskimi zemljišči prevladujejo travniki in pašniki. Teh je, po navedbah Statističnega letopisa (2000) celo več kot 90 % (preglednica 1).

Preglednica 9: Obseg kmetijskih zemljišč v Republiki Sloveniji in občini Ribnica (Statistični letopis RS, 2000)

Zemljiška kategorija rabe tal	Kmetijska zemljišča v Sloveniji		Kmetijska zemljišča v občini Ribnica	
	velikost (ha)	delež (%)	velikost (ha)	delež (%)
Njive in vrtovi	176314	34,7	178	6,3
Trajni travniki in pašniki	304906	60,0	2540	90,4
Sadovnjaki. in oljčniki	5231	1,0	0	0,0
Kmečki sadovnjaki	5586	1,1	93	3,3
Vinogradi	16428	3,2	0	0,0
SKUPAJ	508465	100	2811	100

Velikost pridelka je močno odvisna od gnojenja. Namen gnojenja je, vrniti tloris tista rastlinska hranila, ki smo jih odnesli s pridelkom in po potrebi povečati vsebnost rastlinam dostopnih hranil v tleh do optimalne stopnje, torej izboljšati rodovitnost tal (Leskošek, 1993). Strokovno utemeljeno gnojenje sloni na rezultatih kemične analize tal, ki jih je potrebno ponoviti vsakih pet let. Prevelika uporaba mineralnih gnojil in nestrokovno gnojenje lahko privedeta tudi do onesnaževanja okolja. Z raziskavo smo želeli, na osnovi rezultatov analiz talnih vzorcev iz obdobja 2002-2007, ugotoviti, kakšna je založenost tal različne rabe s fosforjem in s kalijem na območju občine Ribnica. Glede na dosedanje izkušnje v svetovalni službi in glede na dejstvo, da so vlaganja v kmetijstvo majhna, smo pričakovali, da bo le ta pod optimalnim nivojem.

2 Material in metode dela

2.1 OPREDELITEV OBMOČJA

Ribnica se nahaja v jugovzhodni Sloveniji, meji na občine Sodražica, Kočevje, Velike Lašče in Dobropolje. Podnebje je zmerno celinsko z dolgimi zimskimi obdobji in obilico snežnih padavin. Prevladujejo apnenci in dolomiti. Na hribovitem reliefu so se razvile plitvejšje talne oblike: rendzine in plitva rjava pokarbonatna, s pogosto površinsko skalovitostjo, v ravnini pa najdemo tudi različno globoka rjava pokarbonatna tla, ki so ponekod tudi že sprana. Več kot 60 % zemljišč pokrivajo gozdovi, predvsem iglasti, ki so polni raznovrstne divjadi. Občina Ribnica spada med območja z omejenimi možnostmi za kmetijstvo (OMD).

Kmetijskih gospodarstev je bilo po statističnem popisu leta 2000 549 (Popis kmetijskih gospodarstev Slovenije, 2000). V letu 2006 je vloge za kmetijske subvencije oddalo 432 kmetij, 404 kmetije so vključene v vsaj en ali dva ukrepa slovenskega kmetijskega okoljskega programa – SKOP. S kmetijstvom se ukvarjajo pretežno starejši lastniki kmetij, ki pa večinoma nimajo zagotovljenih naslednikov, saj se mlajši zaposlujejo in izobražujejo na različnih področjih izven kmetijstva. Lastniki kmetij, ki so starejši, se težje prilagajajo

vsakoletnim novim predpisom, ki jih zahteva SKOP program (nitrarna direktiva, predpisi povezani s kmetijskimi subvencijami in v letu 2007 uvedba navzkrižne skladnosti).

2.2 VZORČENJE TAL

Za oceno založenosti tal s fosforjem in kalijem ter kislosti tal smo obdelali rezultate analiz za obdobje 2002 do 2007. V tem obdobju je bilo analiziranih 239 vzorcev; in sicer: 167 vzorcev travniških tal, 30 vzorcev njivskih tal, 13 vzorcev iz ekoloških travnikov in 29 vzorcev pašnikov. Podatke za travnike, pašnike in njive smo dobili v arhivu Kmetijske svetovalne službe, za ekološke travnike pri lastnikih ekoloških kmetij. Za ekstenzivne sadovnjake in vrtnine ni bilo podatkov. Vzorce so lastniki odvezemali sami ali s pomočjo kmetijskih svetovalcev. Pri tem so upoštevali priporočila za jemanje vzorcev (Leskošek, 1993). Vzorčenje je potekalo v zimskem času (november-marec). Globina vzorčenja je bila od 0 do 6 cm pri travnikih in pašnikih, na njivskih tleh pa do globine oranja.

2.3 UGOTAVLJANJE IZMENLJIVEGA FOSFORJA IN KALIJA V TLEH TER KISLOSTI TAL

Lahko izmenljivi fosfor in kalij v tleh smo določali po AL metodi (Vajnberger, 1966), ki se največ uporablja v Sloveniji. Po ekstrakciji tal z amonlaktatom, se fosfor v talnem ekstraktu določa spektrofotometrično, z razvijanjem modre barve, kalij pa z atomsko absorpcijsko ali plamensko emisijsko spektrometrijo. Glede na vsebnost fosforja in kalija, tla razvrstimo v pet skupin oziroma stopenj preskrbljenosti: A-siromašna preskrbljenost, B-srednja preskrbljenost, C-dobra preskrbljenost, D-prekomerna preskrbljenost, E-ekstremna preskrbljenost (Leskošek, 1993). Kislost tal (pH) smo določali elektrometrično v suspenziji 10 ml talnega vzorca in 50 ml 0,01 M CaCl₂ (SIST ISO 10390, 1996).

3 Rezultati z diskusijo

3.1 PORAZDELITEV TALNIH VZORCEV GLEDE NA VELIKOST KMETIJE IN RABO TAL

Ugotavljali smo porazdelitev talnih vzorcev glede na velikost kmetije in rabo tal (Preglednica 2). Skoraj polovica kmetij, ki je poslala vzorce v analizo, je majhnih (velikost do 6 ha). Razlog v veliki lastniški razdrobljenosti zemljišč je zgodovinski (način dedovanja). Na manjših kmetijah prevladujejo travniki in deloma njive za lastne potrebe, na večjih kmetijah imajo urejene tudi pašnike. Največ travniških vzorcev (45,5 %), je bilo iz kmetij, ki so velike 3 do 6 ha; največ vzorcev iz pašnikov (27,6 %) je bilo odvzetih na velikih kmetijah (nad 20 ha), največ njivskih vzorcev (37,7 %) je bilo iz kmetij, ki so velike 6 do 9 ha.

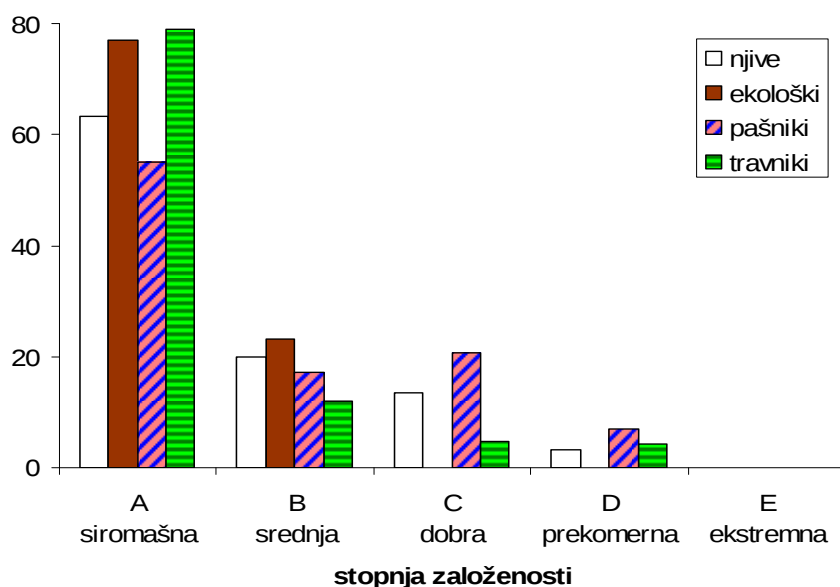
Preglednica 10: Razdelitev vzorcev glede na rabo tal in velikost kmetij

Velikost kmetij	Št. vzorcev s travnikov		Št. vzorcev s pašnikov		Št. vzorcev z njiv		Št. vzorcev s travnikov ekoloških kmetij	
	št. vzorcev	delež (%)	št. vzorcev	delež (%)	št. vzorcev	delež (%)	št. vzorcev	delež (%)
Do 3 ha	19	11,4	2	6,9	3	10,0	1	7,7
3-6 ha	76	45,5	3	10,3	7	23,0	4	30,7
6-9 ha	39	23,3	8	27,6	11	37,7	4	30,7
9-12 ha	16	9,6	3	10,3	4	13,0	1	7,7

12-20 ha	9	5,4	4	13,8	1	3,3	1	7,7
Nad 20 ha	8	4,8	9	31,1	4	13,0	2	15,5
Skupaj	167	100	29	100	30	100	13	100

3.2 ZALOŽENOST TAL S FOSFORJEM

Ugotovili smo, da je večina tal, ne glede na rabo, siromašno založenih s fosforjem (slika 1). Ekstremno preskrbljenih tal ni bilo.



Slika 13: Relativna pogostnost talnih vzorcev glede na vsebnost fosforja in glede na rabo tal (%)

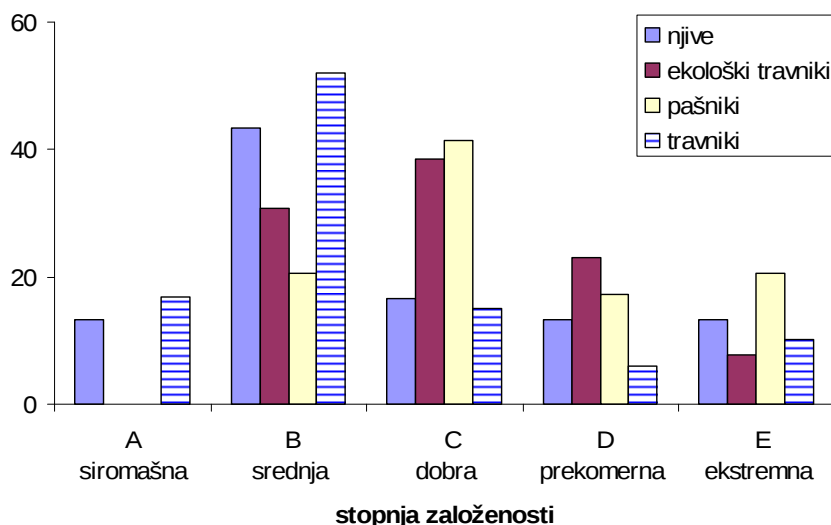
Če pogledamo preskrbljenost s fosforjem travniških tal, ki jih je bilo največ (167), ugotovimo, da jih je bilo 79 % siromašno preskrbljenih, 12 % srednje preskrbljenih, 4,8 % dobro preskrbljenih (C razred) in 4,2 % prekomerno preskrbljenih. Nekoliko bolj ugodna razporeditev velja za vzorce iz njiv, ki jih je bilo manj (30): 63 % vzorcev je bilo siromašno preskrbljenih, 20 % srednje preskrbljenih, 13,3 % dobro preskrbljenih, le en vzorec je bil v skupini prekomerno preskrbljenih tal. Največjo preskrbljenost so pokazali vzorci pašnikov, ki jih je bilo 29: 55 % vzorcev je bilo v skupini siromašnih tal, 21 % v skupini srednje preskrbljenih tal, 17 % v skupini dobro preskrbljenih tal (C stopnja) in 7 % (2 vzorca) v skupini prekomerno preskrbljenih tal. Vzorci iz travnikov, ki pripadajo ekološkim kmetijam (13 vzorcev) so bili bodisi siromašno preskrbljeni (77 %), bodisi srednje preskrbljeni (23 %).

Preglednica 11: Stopnja preskrbljenosti s fosforjem glede na velikost kmetij

Velikost kmetij (ha)		Število vzorcev (relativna pogostnost)											
		< 3		3 - 6		6 - 9		9 - 12		12 - 20		> 20	
Stopnja preskrbljenosti s fosforjem	A	19	76%	71	79%	50	81%	13	54%	11	73%	13	57%
	B	4	16%	13	14%	6	10%	5	21%	1	7%	5	22%
	C	2	8%	5	6%	4	6%	3	13%	0	0%	4	17%

D	0	0%	1	1%	2	3%	3	13%	3	20%	1	4%
E	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
C+D+E	2	8%	6	7%	6	10%	6	25%	3	20%	5	22%
Sk. število vzorcev	25	100%	90	100%	62	100%	24	100%	15	100%	23	100%

Iz preglednice 3 je razvidna založenost tal s fosforjem, ne glede na rabo tal, temveč glede na velikost kmetije. Vidimo, da se 54 % do 81 % vseh talnih vzorcev s fosforjem nahaja v razredu siromašna tla. Izračunali smo delež vzorcev v C, D in E razredu skupaj in ugotovili, da je le ta največji pri kmetijah, ki so velike od 9 do 12 ha (25 %). Sledijo kmetije večje od 20 ha (22 %) in kmetije, ki so velike 12 do 20 ha (20 %).



Slika 2: Relativna pogostnost talnih vzorcev glede na vsebnost kalija in glede na rabo tal (%)

Preglednica 12: Stopnja preskrbljenosti s kalijem glede na velikost kmetij

Velikost kmetije (ha)		Število vzorcev (relativna pogostnost)											
		< 3		3 - 6		6 - 9		9 - 12		12 - 20		> 20	
Stopnja preskrbljenosti s kalijem	A	7	28%	16	18%	6	10%	3	13%	0	0%	0	0%
	B	12	48%	50	56%	28	45%	8	33%	4	27%	8	35%
	C	3	12%	13	14%	13	21%	1	4%	6	40%	10	43%
	D	2	8%	4	4%	8	13%	5	21%	2	13%	2	9%
	E	1	4%	7	8%	7	11%	7	29%	3	20%	3	13%
C+D+E		6	24%	24	27%	28	45%	13	54%	11	73%	15	65%
Skupno število vzorcev		25	100%	90	100%	62	100%	24	100%	15	100%	23	100%

3.3 ZALOŽENOST TAL S KALIJEM

S kalijem so tla preskrbljena nekoliko bolje kot s fosforjem (Slika 2). Če pogledamo preskrbljenost travniških tal s kalijem, ugotovimo, da jih je bilo največ (52,1 %) srednje

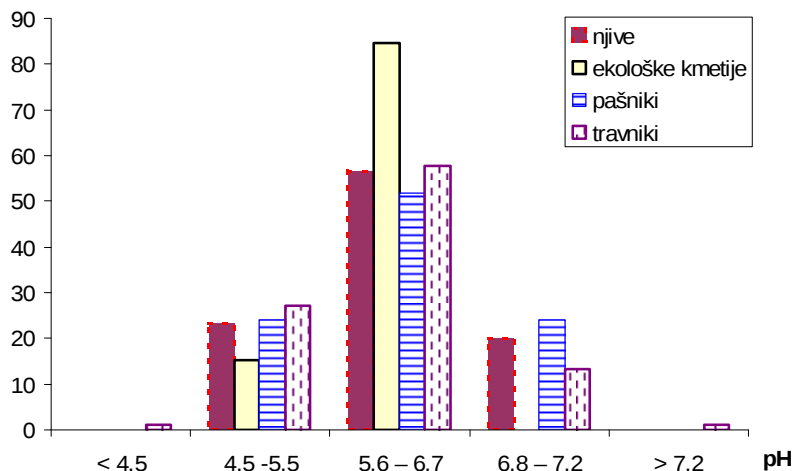
preskrbljenih, siromašnih je bilo 16,8 %, dobro preskrbljenih je bilo 15 % vzorcev. Ekstremno preskrbljenih je bilo 10,2 %, prekomerno preskrbljenih pa 6 % vzorcev. Analiza vzorcev vzetih iz njiv kaže, da je bilo največ vzorcev srednje preskrbljenih (43,3 %), sledijo tla, ki so dobro preskrbljena (16,7 %). V razredu siromašnih, prekomerno preskrbljenih in ekstremno preskrbljenih tal je bil delež enak (po 13,3 %). Analiza pašniških tal kaže, da je bilo največ vzorcev dobro preskrbljenih (41,4 %); sledijo tla, ki so bila srednje in ekstremno preskrbljena s kalijem (po 20,7 %). Prekomerno preskrbljenih je bilo 17,2 % vzorcev iz pašnikov. Analiza 13 vzorcev vzetih na travnikih iz ekoloških kmetij kaže, da je dobro založenih tal s kalijem 38,5 %, sledijo srednje preskrbljena tla (30,8 %), prekomerno preskrbljena tla (23,1 %) in ekstremno preskrbljena tla (7,7 %).

Pri kmetijah, ki so večje od 12 ha, prevladujejo vzorci, ki imajo optimalno založenost s kalijem, siromašno založenih vzorcev ni bilo. Pri manjših kmetijah (do 6 ha) pa prevladujejo srednje preskrbljeni in siromašni vzorci (preglednica 4).

3.4 PRIMERJAVA STANJA OSKRBLJENOSTI TAL S FOSFORJEM IN KALIJEM V RIBNICI S STANJEM V SLOVENIJI

Kot kažejo rezultati naše študije, je torej večina vzorcev siromašno preskrbljenih s fosforjem in srednje preskrbljena s kalijem. V optimalnem C razredu za preskrbljenost s K je od 15 % (travniki) do 41 % vzorcev (pašniki). V optimalnem C razredu za fosfor pa le od 5 % (travniki) do 21 % vzorcev (pašniki). Vzrok za takšno stanje je verjetno dejstvo, da je kmetijska dejavnost za večino kmetij le dodatni vir zaslužka in gnojenje predstavlja strošek in dodatno delo. Interes kmetov ni intenzivna proizvodnja z velikimi pridelki, temveč pridelava hrane za lastne potrebe. Naravna založenost s kalijem je boljša od založenosti s fosforjem. Naravni izvor kalija je namreč matična podlaga in tla na apnencih in dolomitih imajo večinoma že naravno vsebnost kalija v B razredu. V negnojenih tleh je dostopnega fosforja zelo malo (A razred), dostopni fosfor izvira predvsem iz razgradljive organske snovi. Večji delež njivskih vzorcev ter vzorcev iz pašnikov je v optimalnem C razredu kot vzorcev iz travnikov. Njive namreč gnojijo s hlevskim gnojem, na pašnikih pa ostajajo izločki živali, ki pa po mineralizaciji predstavljajo vir fosforja in kalija.

Preskrbljenost tal s fosforjem in kalijem v Ribnici je primerljivo, oziroma še nekoliko slabše, kot je stanje v Sloveniji. Založenost tal s fosforjem je pri 88,3 % vzorcih iz Ribnice v A ali B razredu. Za celotno Slovenijo velja, da je takih vzorcev 65 do 75 % (Leskošek in Mihelič, 1998). Založenost tal s kalijem je pri 59,4 % vzorcih iz Ribnice v A ali B razredu. Za celotno Slovenijo velja, da je takih vzorcev 60 do 65 %. V optimalnem razredu C za fosfor je bilo v Ribnici 7,5 % vzorcev, kar je v primerjavi s celotno Slovenijo manj. V D in E razredu za fosfor je v Ribnici 4,2 %. Za celotno Slovenijo velja, da je v D in E razredu skupaj 10 % vzorcev iz travinja ter od 23 do 40 % vzorcev iz njivskih površin. Za kalij je bilo v optimalnem C razredu v Ribnici 19,6 % vseh vzorcev, kar je nekoliko manj kot v Sloveniji nasploh (Leskošek in Mihelič, 1998).



Slika 14: Relativna razporeditev tal glede na pH vrednost in rabo tal (%)

3.5 KISLOST TAL

Kot kaže slika 3, ima večina talnih vzorcev, ne glede na rabo tal, pH v zmerno kislem območju, glede na delitev, ki jo navaja Leskošek in Mihelič (1998). V tem območju je bilo 58 % vzorcev travniških tal, 85 % vzorcev iz ekoloških travnikov, 52 % pašnikov in 57 % njiv. V kislem območju je 23 % vzorcev iz njiv, 15 % vzorcev iz ekoloških kmetij, 24 % pašnikov in 27 % travnikov. V nevtralnem območju je bilo 20 % njiv, 24 % pašnikov in 13 % travnikov. Samo en vzorec travnika je imel pH pod 4,5 in en vzorec nad 7,2. Stanje je posledica vpliva matične podlage. Tla na apnencu in dolomitu so bogata s Ca in imajo nevtralen pH, le tam, kjer so tla bolj globoka, izprana in zaradi kmetijstva osiromašena s Ca, se pojavlja kisel in izrecno kisel pH. To je predvsem ravninski predel (Ribnica, Goriča vas, Dolenja vas), kjer prevladuje njivska raba. Kmetje pa zemljišč po večini ne apnijo.

4 Sklepi

V občini Ribnica prevladuje ekstenzivna kmetijska raba. Gnojenje s fosforjem in kalijem je minimalno. Večja zemljišča običajno gnojijo z organskimi gnojili, medtem ko manjših parcel in enokosnih travnikov ne gnojijo. Zato je večina tal siromašno preskrbljena s fosforjem in srednje preskrbljena s kalijem. V optimalnem C razredu je za fosfor le 7,5 % in za kalij 19,6 % vseh vzorcev. Ekstremno preskrbljenih vzorcev s fosforjem ni, s kalijem je 11,7 % vzorcev ekstremno preskrbljenih.

Največ analiziranih vzorcev glede založenosti s fosforjem in kalijem smo imeli pri kmetijah, ki so velike 2 do 9 ha. Velik delež analiziranih vzorcev glede na vsebnost fosforja je siromašnih (do 6 mg P_2O_5 /100 g tal). Pri kaliju pa smo ugotovili, da se večina analiziranih vzorcev nahaja v razredu srednje preskrbljenih tal (od 12 do 22 mg K_2O /100g tal).

5 Literatura

- Analiza vzorcev zemlje. 2006. Ribnica, kmetijska svetovalna služba (arhiv kmetijske svetovalne službe, interno gradivo)
- Leskošek, M. 1993. Gnojenje. Knjižnica za pospeševanje kmetijstva. Ljubljana, Kmečki glas: 197 s.
- Leskošek, M., Mihelič, R. 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 51 s.

- Leskošek, M., Mihelič, R., Grčman, H., Pavlič, E. 1998. Oskrbljenost tal s fosforjem in kalijem v Sloveniji. V: Novi izzivi v poljedelstvu 98: zbornik simpozija, Dobrna 3. in 4. dec. 1998. Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 37-47
- Popis kmetijskih gospodarstev Slovenije. 2000. Ljubljana. Statistični urad Republike Slovenije: disketa SIST ISO 10390. Kakovost tal - Ugotavljanje pH. 1996: 5 s.
- Sušin, J. 2006. Kakšna mineralna gnojila potrebujemo v Sloveniji, glede na oskrbljenost tal s fosforjem in kalijem. Kmečki glas, 64: 4: priloga
- Statistični letopis RS. 2000. Kmetijstvo in ribištvo. <http://www.stat.si/pxweb/Dialog/Saveshow.asp> (12. nov. 2007)
- Šilc, I. 2008. Založenost tal s fosforjem in kalijem na območju občine Ribnice. Diplomsko delo. Biotehniška fakulteta, Univerza v Ljubljani: 29 s.
- Vajnberger, A. 1966. Određivanje lakoprístupnog fosfora I lakoprístupnog kalijuma u zemljištu. V: Priručnik za ispitavanje zemljišta, Hemijske metode ispitivanja zemljišta. Beograd, Jugoslovensko društvo za proučevanje zemljišta: 184-196

Vsebnost rastlinskih hranil na njivah Pomurja

Zita FLISAR NOVAK⁴¹, Tatjana ČEH⁴², Stanko KAPUN⁴³

Izvleček

V prispevku so prikazani rezultati kontrole rodovitnosti tal v 27 občinah na območju Pomurja za obdobje 2004 – 2007. Obdelani so podatki 17.550 analiziranih vzorcev njivskih površin na oddelku za kemijske analize in raziskave Kmetijsko-gozdarskega zavoda Murska Sobota. Rezultati obdelave podatkov kažejo, da so njivska tla v Pomurju v povprečju izrecno kislá (pH 5,1), srednje humozna (3,2%), dobro preskrbljena s fosforjem (16,6 mg P₂O₅/100g tal) in srednje preskrbljena s kalijem (18,8 mg K₂O/100g tal).

Ključne besede: njivska tla, fosfor, kalij, pH, organska snov, kemična analiza tal, Pomurje

Nutrient content on fields in the region Pomurje

Abstract

In the article we present the results of the fertility investigation in 27 communities of the region Pomurje in the period 2004 – 2007. We processed data of 17.550 analysed samples of field soil from the Department for Chemical Analyses and Research at the Agriculture and Forestry Institute Murska Sobota. The data show that field soil in Pomurje is in average very sour (pH 5,1), with medium humus content (3,2%), with good phosphorus supply (16,6 mg P₂O₅/100g soil) and medium potassium supply (18,8 mg K₂O/100g soil).

Key words: field soil, phosphorus, potassium, pH, organic matter, chemical analyses of the soil, Pomurje

1 Uvod

Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota s svojimi aktivnostmi pokriva celotno območje Pomurja, ki je razdeljeno na 27 občin. Pomurje je ravninska kmetijska pokrajina ob reki Muri in njenih pritokih in gričevnata na obronkih Goričkega in Slovenskih goríc. Po podatkih iz pedološke karte Slovenije tvorijo matično osnovo kislá rjava tla na prodih in peskih ter na glinah in ilovicah. Tla so sprana in kislá, fizikalno kemične lastnosti tal je potrebno izboljševati z agrotehničnimi ukrepi.

Po popisu kmetijskih gospodarstev leta 2000 so imele družinske kmetije v Pomurju v uporabi 43.000 ha njiv in vrtov. Na tej zemlji je bilo 11.430 lastnikov, kar kaže na majhnost kmetij. Le 20% kmetij je pri popisu imelo več kot 5 ha kmetijskih zemljišč. Po letu 2000 je zaznaven proces koncentracije. Po podatkih Agencije RS za kmetijske trge in razvoj podeželja je bilo v letu 2007 v kmetijsko okoljski program (KOP) vključenih 2.420 kmetijskih gospodarstev z 32.113 ha njivskih površin. Večje kmetije so vključene v integrirano pridelavo poljščin (942 kmetij oziroma 20.340 ha) in manjše v izvajanje podukrepa kolobar (1.161 kmetij oziroma

⁴¹ Univ. dipl. inž. agr., KGZS-Zavod MS, Štefana Kovača 40, 9000 M. Sobota, e-pošta: zita.flisar-novak@gov.si

⁴² Mag., prav tam, e-pošta: tatjana@3lan.si

⁴³ Dr., prav tam, e-pošta: stanko.kapun@gov.si

10.346 ha). V največjem obsegu, to je na 32.113 ha, se izvaja podukrep ozelenitev in v najmanjšem integrirana pridelava vrtnin (86 kmetij oziroma 109 ha).

Osnovni namen plačil za kmetijsko okoljske ukrepe je ohranjanje in izboljšanje rodovitnosti tal. Analiza tal ne pove samo, kakšna je založenost tal določene parcele, ampak služi tudi za kontrolo rodovitnosti tal in kontrolo gnojenja. Poznavanje pokazateljev rodovitnosti tal je nujno potrebno tudi za kmetijsko stroko, ki oblikuje smernice dobre kmetijske prakse gnojenja. V Sloveniji je zaradi zahtev kmetijsko okoljskih programov analizirano veliko število vzorcev tal, a rezultati na nivoju države niso ustrezno zbrani in obdelani. Zaradi tega v Sloveniji nimamo celovitega vpogleda v rodovitnost kmetijskih površin (Sušin, 2008). Da bi ta vpogled razširili, doslej zbrane in obdelane podatke (Škerbot, 2006; Sušin 2008) dopolnjujemo s podatki iz Pomurja.

2 Material in metode dela

Vzorci tal, ki smo jih uporabili za prispevek, so bili analizirani na Kmetijsko-gozdarskem zavodu v Murski Soboti, na Oddelku za kemijske analize in raziskave. Ovrednotili smo rezultate meritev vzorcev tal z njivskih površin, ki so jih kmetje sami vzorčili in dostavili v laboratorij. Vzorci so se analizirali v obdobju od leta 2004 do konca leta 2007. V preglednici 1 so predstavljene uporabljene analitske metode za določanje reakcije tal, vsebnosti dostopnega fosforja in kalija ter organske snovi.

Preglednica 1: Uporabljene analitske metode za analizo tal z navedbo standarda in kratkim opisom za določanje fizikalnih in kemijskih lastnosti tal

Postopek	Standard	Kratek opis
Priprava vzorca	SIST ISO 11464:	Priprava vzorcev za fiz.-kem. analize
Reakcija tal	SIST ISO 10390:	Elektrometrično merjenje pH v suspenziji tal z 0,1mol/l KCl
Dostopni fosfor	modif. ÖNORM I 1087	AL-ekstrakcija rastlinam dostopnega fosforja in spektrofotometrična določitev
Dostopni kalij	modif. ÖNORM I 1087	AL-ekstrakcija rastlinam dostopnega kalija in spektrofotometrična določitev
Organska snov (humus)	SIST ISO 14235 (modif. po Walkley–Blacku)	Oksidacija v kromžvepleni kislini – modif. brez zunanjega segrevanja in spektrofotometrična določitev

Ovrednotili smo 17.550 analiziranih vzorcev tal z njivskih površin, namenjenih poljedelski in zelenjadarski pridelavi. Vrtov nismo zajeli. Podatke o kislosti tal, vsebnosti organske snovi ter fosforja in kalija smo obravnavali po posameznih občinah v Pomurju, po letih analize in jih razdelili v pet razredov, skladnih s smernicami (Leskošek in Mihelič, 1998) za vrednotenje kemične analize tal.

3 Rezultati z diskusijo

Povprečni rezultati 17.550 analiziranih vzorcev tal kažejo, da so v Pomurju njivska tla srednje humozna, izrecno kislá, dobro preskrbljena s fosforjem in srednje preskrbljena s kalijem (preglednica 2). Med posameznimi leti ni bistvenih razlik v vsebnosti določenih hranil, povprečna rodovitnost tal ostaja na enaki stopnji. Večje razlike v rodovitnosti tal pa so se pokazale med posameznimi pomurskimi občinami.

Preglednica 2: Povprečne vrednosti za vsebnost posameznih analiziranih parametrov v njivskih tleh v Pomurju, po letih določitve

Leto	Število vzorcev	pH v KCl	Humus (g/kg)	P ₂ O ₅ (mg/100g)	K ₂ O (mg/100g)
2004	2.641	5,16	33,8	15,8	19,6
2005	6.928	5,10	32,8	16,5	18,8
2006	3.340	5,09	33,0	16,4	18,0
2007	4.641	5,11	31,3	17,2	19,4
2004-07	17.550	5,11	32,6	16,6	18,9

Preglednica 3: Kislost tal na njivskih površinah v Pomurju, v obdobju 2004-2007

Občina	Število vzorcev	Povprečje	Porazdelitev vzorcev tal v razrede kislosti (v %)				
			Močno kisla (< 4,6)	Izrecno kisla (4,6 - 5,5)	Zmerno kisla (5,6- 6,5)	Nevtralna (6,6 - 7,2)	Alkalna (> 7,2)
Beltinci	1.652	5,1	25	51	19	4	1
Cankova	746	5,2	13	65	20	3	0
Gornji Petrovci	234	4,8	28	62	9	1	0
Grad	466	5,1	15	65	19	2	0
Hodoš	121	4,7	38	54	8	0	0
Kuzma	367	5,2	8	66	23	2	0
Moravske Toplice	1.393	5,0	27	58	12	3	1
Murska Sobota	889	5,1	25	51	20	4	0
Puconci	1.577	5,1	16	65	16	2	1
Rogašovci	832	5,7	5	42	33	17	2
Šalovci	280	4,9	22	67	11	0	0
Tišina	728	5,0	24	60	12	3	1
Križevci	976	5,1	21	57	16	5	1
Razkrižje	11	5,0	18	64	18	0	0
Ljutomer	1.576	5,0	25	55	16	3	1
Veržej	408	5,3	14	57	27	2	0
Apače	434	5,1	23	54	18	5	0
Gornja Radgona	552	5,4	9	57	29	5	1
Radenci	317	5,3	18	48	20	12	3
Sveti Jurij	796	5,2	11	64	24	2	0
Črenšovci	574	5,0	19	63	16	3	0
Dobrovnik	274	5,0	32	42	17	6	2
Kobilje	104	4,6	48	44	6	2	0
Lendava	821	5,2	19	52	19	8	2
Odranci	220	4,8	40	49	10	0	0
Turnišče	792	4,9	34	49	14	3	1
Velika Polana	410	5,1	16	63	18	3	0
Pomurje	17.550	5,1	21	56	18	4	1

Najmanj ugodni so podatki o kislosti tal. Njivska tla v Pomurju so izrecno kislja s povprečno vrednostjo pH 5,1, v razponu od pH 3,1 do 7,7. Na severovzhodnem delu Pomurja so tla najbolj kislja, v povprečju je vrednost pH tam pod 5. Najbolj kislja tla evidentiramo na območju občine Kobilje (pobočni psevdoglej). Velik delež močno in izrecno kisljih tal zasledimo še v občinah Turnišče (ravninski psevdoglej) in Odranci (oglejena tla). Zelo kisljo in obenem zelo siromašno s hranili je območje SV Goriškega v porečju Male in Velike Krke, kjer so občine Hodoš, Gornji Petrovci in Šalovci (preglednica 3).

Ustreden pH za pridelavo poljščin je le na slabi petini (18%) njivskih površin, medtem ko dobra petina njiv (21%) s pH pod 4,5 ne ustreza standardom integrirane pridelave. Na ostalih 60% njiv je vrednost pH med 4,5 in 5,5. Meliorativno apnjenje je nujno potrebno.

Nekoliko bolj ugodni so podatki o vsebnosti organske snovi - humusa. Njivska tla v Pomurju s 3,3% organske snovi v povprečju spadajo v srednje humozna tla. Pretežni del tal vsebuje 2% – 4% humusa, izmerjene vrednosti pa se gibljejo v razponu od 0,2% do 13,7%. Določitve vsebnosti humusa so bile narejene le pri pridelovalcih, ki so vključeni v integrirano pridelavo poljščin ali vrtnin, zato je ovrednotenih le 11.021 vzorcev (preglednica 4). Najnižja vsebnost organske snovi v tleh je na območju občin osrednjega Goriškega (Kobilje, Puconci, Kuzma) in najvišje v Veliki Polani, kjer prevladuje mineralni hipoglej.

Preglednica 4: Vsebnost organske snovi v njivskih tleh v Pomurju, v obdobju 2004 – 2007

Občina	Število vzorcev	Povprečje %	Porazdelitev vzorcev tal v razrede (v %)				
			Mineralna (< 1 %)	Slabo humozna (1-2 %)	Srednje humozna (2-4 %)	Humozna (4-10 %)	Zelo humozna (> 10 %)
Beltinci	558	3,4	0	2	75	23	0
Cankova	376	3,3	0	2	79	20	0
Gornji Petrovci	139	3,1	0	5	83	12	0
Grad	108	3,1	0	8	81	11	0
Hodoš	48	3,1	0	0	92	8	0
Kuzma	101	2,8	2	4	87	7	0
Moravske Toplice	785	3,2	0	6	78	15	1
Murska Sobota	728	3,4	0	1	81	18	0
Puconci	762	2,9	0	6	87	7	0
Rogašovci	236	3,1	0	8	83	9	0
Šalovci	168	3,2	1	6	75	18	0
Tišina	487	3,1	0	1	89	10	0
Križevci	844	3,2	0	1	87	12	0
Razkrižje	11	3,1	0	0	91	9	0
Ljutomer	1.463	3,2	0	2	84	13	0
Veržej	351	3,0	1	1	91	8	0
Apače	379	3,4	0	1	81	18	0
Gornja Radgona	510	3,4	0	3	74	23	0
Radenci	267	3,2	0	2	83	15	0
Sveti Jurij	746	3,5	0	2	77	21	0
Črenšovci	461	3,5	0	1	80	19	0
Dobrovnik	84	3,0	0	2	87	11	0
Kobilje	33	2,8	0	12	82	6	0
Lendava	486	3,2	0	3	80	16	0

Odranci	167	3,5	0	1	79	20	0
Turnišče	533	3,5	0	3	69	28	0
Velika Polana	190	3,6	0	2	74	23	1
Pomurje	11.021	3,3	0	3	81	16	0

Njivska tla v Pomurju so s 16,6 mg P₂O₅/100 g tal v povprečju dobro preskrbljena s fosforjem, čeprav so bolj na spodnji ravni dobre preskrbljenosti (preglednica 5). Poenostavljeno povedano, polovica njivskih tal je dobro in polovica slabo preskrbljenih s fosforjem, izmerjene vrednosti se gibljejo v širokem razponu od 0,3 do 231,9 mg P₂O₅/100 g tal.

Najbolj siromašna po vsebnosti fosforja je gričevnata pokrajina na Goričkem v porečju Velike in Male Krke in Ledave ter v Slovenskih goricah v porečju Ščavnice. Murska ravnica z Apaškim, Murskim in Prekmurskim poljem v porečju Mure je bolj preskrbljena s fosforjem. K temu prav gotovo prispeva prašičereja, ki je na tem območju precej razširjena.

Preglednica 5: Vsebnost rastlinam lahko dostopnega fosforja na njivskih površinah v Pomurju, v obdobju 2004 – 2007

Občina	Število vzorcev	Povprečje mg P ₂ O ₅ /100g	Porazdelitev vzorcev tal v razrede oskrbljenosti (v %)				
			A	B	C	D	E
			siromašna (< 6)	srednja (6-12)	optimalna (13-25)	čezmerna (26-40)	ekstremna (> 40)
Beltinci	1.652	21,8	3	25	50	15	7
Cankova	746	13,6	11	49	31	7	2
Gornji Petrovci	234	9,8	41	42	12	3	3
Grad	466	11,5	22	50	23	4	2
Hodoš	121	7,2	48	44	7	1	0
Kuzma	367	12,4	28	42	20	6	3
Moravske Toplice	1.393	14,0	17	46	29	6	2
Murska Sobota	889	19,6	3	35	41	15	7
Puconci	1.577	16,0	15	38	33	9	5
Rogašovci	832	11,4	22	52	21	3	2
Šalovci	280	8,7	30	55	14	0	0
Tišina	728	17,9	3	34	48	10	5
Križevci	976	20,5	4	26	48	14	8
Razkrižje	11	18,8	0	36	55	0	9
Ljutomer	1.576	16,8	11	37	36	10	5
Veržej	408	20,1	3	29	48	13	7
Apače	434	23,4	3	20	48	21	8
Gornja Radgona	552	14,0	14	48	29	5	3
Radenci	317	16,4	13	40	33	8	6
Sveti Jurij	796	13,5	16	43	32	6	2
Črenšovci	574	19,4	4	25	51	15	5
Dobrovnik	274	18,6	4	36	41	14	5
Kobilje	104	14,8	6	46	40	5	3
Lendava	821	15,4	13	40	34	7	5
Odranci	220	18,8	0	23	63	10	3

Turnišče	792	18,1	5	31	46	14	3
Velika Polana	410	16,6	8	46	36	6	4
Pomurje	17.550	16,6	11	38	37	10	4

S kalijem so njivske površine na območju Pomurja slabše oskrbljene kot s fosforjem. S povprečno vsebnostjo 18,9 mg K₂O/100 g tal njivske površine spadajo v razred s srednjo preskrbljenostjo (preglednica 6). Izmerjene vrednosti so v razponu od 2,6 do 157,7 mg K₂O/100 g tal. Več kot 60% tal je uvrščenih v A in B razred oskrbljenosti. Slabše oskrbljena s kalijem so tla ob Muri v občinah Veržej, Razkrižje, Velika Polana in Lendava. V povprečju dobro oskrbljena so tla v občinah Beltinci, Murska Sobota in Cankova, čeprav ležijo na enaki matični osnovi (holocenske naplavine) kot prej navedene občine, kjer je stopnja oskrbljenosti za razred nižja.

Stopnjo oskrbljenosti tal s hranili uravnava poleg matične osnove še usmeritev kmetovanja in tehnologija pridelave. Večina pomurskih kmetij je poljedelsko živinorejskih, le-te pa so se v zadnjih desetletjih preusmerile iz pretežno govedorejskih v pretežno prašičerejske. Posledica tega je, da uporaba živinskih gnojil prispeva k povečevanju vsebnosti fosforja v tleh.

Preglednica 6: Vsebnost rastlinam lahko dostopnega kalija na njivskih površinah v Pomurju, v obdobju 2004 – 2007

Občina	Število vzorcev	Povprečje mg K ₂ O/100 g	Porazdelitev vzorcev tal v razrede oskrbljenosti (v %)				
			A siromašna (< 10)	B srednja (10-19)	C optimalna (20-30)	D čezmerna (31-40)	E ekstremna (> 40)
Beltinci	1.652	21,9	10	41	31	11	7
Cankova	746	21,6	4	49	32	10	4
Gornji Petrovci	234	18,1	10	58	24	8	1
Grad	466	18,8	7	57	30	4	2
Hodoš	121	16,3	12	65	20	2	1
Kuzma	367	20,5	7	51	29	9	4
Moravske Toplice	1.393	20,2	9	49	29	9	4
Murska Sobota	889	22,8	13	36	31	13	8
Puconci	1.577	20,9	5	51	31	8	4
Rogašovci	832	19,5	5	60	27	5	3
Šalovci	280	18,6	8	59	25	6	2
Tišina	728	19,3	17	44	27	8	5
Križevci	976	18,2	13	55	22	8	3
Razkrižje	11	11,9	55	36	9	0	0
Ljutomer	1.576	16,2	19	59	15	4	2
Veržej	408	11,8	41	52	5	2	0
Apače	434	20,4	21	39	23	9	8
Gornja Radgona	552	17,9	13	57	22	6	2
Radenci	317	16,7	23	51	18	3	4
Sveti Jurij	796	17,2	12	62	18	6	2
Črenšovci	574	16,0	26	51	16	5	3
Dobrovnik	274	17,2	12	58	24	3	1
Kobilje	104	17,1	7	66	24	3	0

Lendava	821	14,9	29	53	13	2	2
Odranci	220	21,0	10	42	34	10	5
Turnišče	792	20,7	8	49	30	9	4
Velika Polana	410	14,3	28	55	13	3	0
Pomurje	17.550	18,9	13	51	23	8	4

4 Sklepi

Založenost njivskih površin v Pomurju je na splošno slaba. To dokazujejo ovrednoteni podatki kemijskih analiz na območju Pomurja v obdobju 2004 – 2007. Z ovrednotenimi podatki 17.550 kemijskih analiz potrjujemo ugotovitve, ki so bile že nakazane na manjšem številu vzorcev znotraj projekta »Rodovitnost kmetijskih tal v Sloveniji«. V primerjavi s slovenskim povprečjem (Sušin, 2008) so rezultati kontrole rodovitnosti tal v Pomurju najmanj ugodni. Tu so tla najbolj kislila in najmanj založena s fosforjem in kalijem, pa tudi organske snovi je na tem območju manj kot drugod.

Njivska tla v 26 pomurskih občinah so v povprečju izrecno kislila, le v eni občini (Rogašovci) so zmerno kislila reakcije. Še bolj neugodna je porazdelitev vzorcev tal po razredih kislosti, saj ima kar 78% njiv vrednost pH 5,5 ali manj, le 18% njiv ima vrednost pH v območju zmerne kislosti (pH 5,6 – 6,5).

S stališča varovanja okolja in trajnostne rabe njiv je zadovoljivo edino dejstvo, da njivam v Pomurju ne primanjkuje organske snovi. Zaradi majhnosti posesti je bilo pomursko poljedelstvo skozi vso zgodovino povezano z živinorejo in tudi setev dosevkov za krmo ali podor je v tej pokrajini stalna praksa.

Ob ugotovitvi, da je na prekomerno kislih tleh v Pomurju samo 37% njiv optimalno oskrbljenih s fosforjem ter 23% s kalijem, lahko zaključimo, da v tej regiji namenjamo premalo pozornosti uravnoteženemu gnojenju, predvsem s kalijem in še manj pozornosti zadostnemu apnjenju kislih njivskih tal.

5 Literatura

- Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota. 2008. Podatkovne baze KGZS-Zavod M. Sobota
- Leskošek, M., Mihelič, R. 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje. 1.del, Poljedelstvo in travništvo: 9-15
- Pedološka karta Slovenije. 1981. Komentar k listu Murska Sobota, BF
- Statistični urad Republike Slovenije. 2000. Popis kmetijskih gospodarstev, Slovenija, 2000, Ljubljana: 256 s.
- Sušin, J. 2008. Rodovitnost kmetijskih tal. Kmečki glas, 16. jul. 2008, 65, 29: 10
- Sušin, J. 2008. Kontrola rodovitnosti tal kmetijskih zemljišč v Sloveniji v obdobju 2005-2007: predavanje na posvetu Kontrola rodovitnosti tal v Sloveniji, Ljubljana, 11. jun. 2008
- Sušin, J. 2008. Kakšna mineralna gnojila potrebujemo za gnojenje poljščin v Pomurju? Predavanje na posvetu Dan pšenice Rakičan 2008, Rakičan, 18. jun. 2008
- Škerbot, I. 2006. Vsebnost fosforja in kalija ter vrednost pH njivskih tal na območju savinjske in koroške regije. Novi izzivi v poljedelstvu 2006, Zbornik simpozija: 198-203

Problematika določanja desorpcijskih lastnosti tal

Peter KORPAR⁴⁴, Marina PINTAR⁴⁵

Izvelek

Za določanje desorpcijskih lastnosti tal obstaja mednarodni (ISO) standard, ki podrobno definira vse korake omenjene metode. Primerjali smo rezultate določanja desorpcijskih lastnosti tal po standardni metodi, s posamezno metodo, ki od nje v nekaterih podrobnostih odstopa: naprimer prekrivanje talnih vzorcev med meritvami, uporaba istega vzorca za meritve pri več različnih tlakih, zgostitev porušanih talnih vzorcev na gostoto $1,3 \text{ g/cm}^3$.

Ključne besede: vsebnost vode v tleh, Richardova posoda, metode meritve

Abstract

There is an international (ISO) standard available defining a method for estimating the water holding capacity (WHC) of soil. The results from estimating WHC with standard method and alternative method were compared. The alternative method differs from the standard in for example covering the soil samples between measures, using the same soil sample for measuring under different pressures, or condensing the soil samples to $1,3 \text{ g/cm}^3$.

Key words: soil water content, Richard Box, measurement methods

1 Uvod

Tla kot osnovni element so sposobna sprejemati, zadržati in oddajati določeno količino vode. Količina vode v tleh je odvisna od več dejavnikov. Tla se v naravi nikoli popolnoma ne izsušijo, ker v njih vedno ostane vsaj en del vode v obliki vodene pare. Vendar je najpogostejše voda prisotna v tekoči obliki. Tla sprejmejo toliko vode, kot je volumen njihovih skupnih por. Energija, s katero se voda zadržuje v tleh, je v tesni zvezi s prisotno količino vode. Energija zadrževanja vode se povečuje z zniževanjem količine vode v tleh. Sila, s katero tla privlačijo vodo, se izraža v cm vodnega stolpca. Teža vodnega stolpca določene višine ustreza silam, s katerimi tla zadržijo vodo. Silo zadrževanja vode v tleh lahko izrazimo v barih negativnega tlaka (vodni stolpec 1000 cm vode ustreza tlaku 1 bar, kar je enako 100 kPa). Prva plast vode, ki jo tla sprejemajo, je vezana s silo do 10000 barov oziroma 1000 MPa, vsaka naslednja plast molekul vode se v tleh zadrži z manjšo silo. V laboratoriju Katedre za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo so za potrebe izvajanja osuševalnih sistemov v preteklosti izvajali meritve desorpcijskih lastnosti tal. Tedaj še ni bilo uveljavljenega mednarodnega standarda in laboratoriji so se odločali za posamezno uveljavljeno in v strokovni literaturi opisano metodo. Desorpcijska krivulja je model povezave med silo vezave vode in njeno količino v tleh in je v območju med 10 kPa in

⁴⁴ dipl.ing., Katedra za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, BF, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana: peter.korpar@bf.uni-lj.si

⁴⁵ prof. dr., prav tam, e-pošta: marina.pintar@bf.uni-lj.si

1500 kPa. Za tlak višjega od 1500 kPa se uporablja druga metoda določanja vsebnosti vode v tleh, prav tako za tlak nižjega od 10 kPa.

Ob uveljavitvi mednarodne standardne metode določanja desorpcijskih lastnosti tal smo želeli preveriti, kako majhne razlike v opisih metode med posameznimi viri vplivajo na rezultate, ki jih dobimo po eni ali drugi metodi.

Zaradi želje, da bi lahko izvedli meritve desorpcijskih lastnosti tal tudi v primeru, ko imamo na voljo le malo vzorca, smo primerjali tudi rezultate po metodi, ki so jo v omenjenem laboratoriju nekoč uporabljali kot standardno, z metodo uporabe istega vzorca za več zaporednih meritev pri različnih tlakih.

Rezultati so bili večinoma pridobljeni v okviru dveh diplomskih nalog (Bokalič, 2005; Merkač, 2007), katerim smo dodali še nekaj manjkajočih meritev.

2 Materiali in metode dela

Poskusi za diplomski nalogi in dodatne meritve so potekali v laboratoriju Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, na Katedri za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo. Meritve so bile narejene v nizkotlačni in visokotlačni Richardovi posodi (Klute, 1986).

2.1 Metoda 1

Metoda 1 je standardna metoda (ISO, 1998). Za analizo uporabljamo neporušen talni vzorec, ki je vzet s Kopeckijevim cilindrom volumna 100 cm^3 , ali porušen vzorec, ki ga zgostimo (metoda 5). Keramične plošče, s katerimi izvajamo meritve, se razlikujejo po vstopnem tlaku zraka v ploščo (100, 300, 500, 1500 kPa). Namočimo jih en dan prej, da se keramika popolnoma prepoji z vodo. Vzorce v cilindrih postavimo na keramično ploščo. Nato na plošče nalivamo vodo postopoma, do višine cilindrov. Voda ne sme prekriti tal iz zgornje strani. Vzorce pustimo v vodi vsaj 24 ur, da se popolnoma navlažijo in vzpostavijo stik s ploščo ali tako dolgo, da na površini vidimo polno nasičenost talnega vzorca. Nato vzorce postavimo v Richardovo posodo, priklopimo izlivno cev, zapremo s pokrovom in z ventilom nastavimo nadtlak, ki je lahko od 10 kPa do največ 1500 kPa, odvisno, v kateri točki delamo meritve, ki je končana, ko preneha voda odtekati iz izlivne cevi. Vzorce vzamemo iz Richardove posode, jih takoj stehamo, nato jih damo sušiti na 105°C za 24 ur. Po 24 urah vzorce stehamo in dobimo razliko vode, ki je ostala vezana z višjim tlakom kot je bil nastavljen ob meritvi. Ko dobimo rezultat, vsebnost vode izračunamo po gravimetrični metodi, rezultati so podani v masnih odstotkih vode ($p_w\%$). Te lahko prevedemo v

volumske odstotke vode v tleh, če jih pomnožimo z gostoto tal. Dobljene podatke vnesemo v graf, ki je prikazan na. Za izris krivulje rabimo rezultate pri različnih vrednostih tlaka (npr. 33, 100, 300, 500, 1000 in 1500 kPa).

2.2 Metoda 2

Metoda 2 je stara metoda, ki so jo nekdanje uporabljali v laboratoriju Katedre za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo. Zanja je značilno, da so se uporabljali za analize vzorci, ki so bili razsuti. Metoda je bila navedena v literaturi in bila uveljavljena pred standardno metodo. Talni vzorec najprej zračno posušimo, nato ga zmeljemo in presejemo z 2 mm sitom. Nato damo na plošče gumijaste obročke premera 50 mm in višine 9 mm. V obročke nasujemo presejana tla in jih iz zgornje strani poravnamo. Paziti moramo, da tal ne tlačimo v obroč, ker s tem povečujemo gostoto. Nato na plošče nalijemo vodo do višine obročkov. Voda ne sme prekriti tal iz zgornje strani kot je opisano v literaturi (Resulović, 1971). Nato vzorce postavimo v Richardovo posodo. Postopek naprej je enak kot pri (metodi 1).

2.3 Metoda 3

Metoda 3 je metoda s prekrivanjem vzorcev. Medtem ko so bili talni neporušeni vzorci izpostavljeni tlaku so bili prekriti s papirnato brisačo, kot je opisano v literaturi (Klute, 1986). Meritve pokritih in nepokritih vzorcev, so bile narejene pri petih tlakih (10, 33, 100, 500 in 1500 kPa).

2.4 Metoda 4

Metoda 4 je verižna meritev enega vzorca, kar pomeni, da smo za meritve uporabljali isti vzorec. Z vodo nasičeni vzorec smo najprej izpostavili najnižjemu tlaku 10 kPa. Po meritvi smo vzorec stehali in ga spet položili na keramično ploščo ter izpostavili višjemu tlaku 100 kPa. Ta postopek smo ponovili tudi pri 300 kPa in 1500 kPa tlaka. Po končani meritvi smo gravimetrično določili količino preostale vode v vzorcu. Metoda ni opisana nikjer v strokovni literaturi. Želeli smo preveriti, ali bi bilo možno izvesti poenostavitev metode meritve desorpcijskih lastnosti tal in bi lahko izvedli meritve pri več tlakih tudi v primeru, če bi imeli na voljo malo vzorca čeprav po standardu ni dovoljeno uporabljati istega vzorca za več zaporednih meritev.

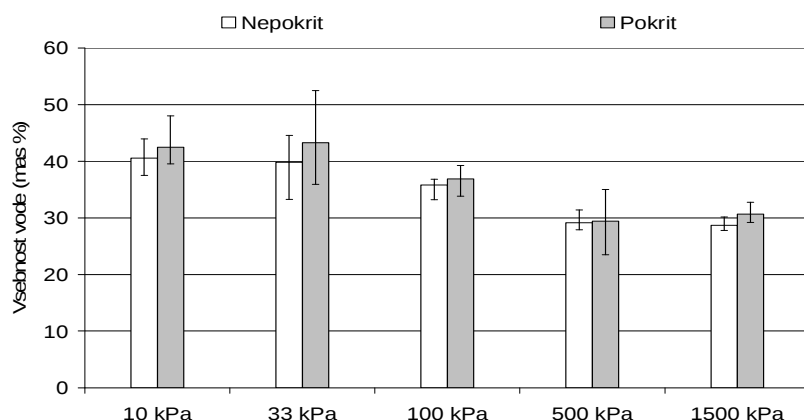
2.5 Metoda 5

Metoda 5 je metoda zgoščevanja vzorcev, kjer smo tla v cilindrih zgostili do $1,3 \text{ g/cm}^3$. Zgoščevanje je potekalo tako, da smo v obroče nasuli 26 g suhih tal, jih

stisnili na volumen 20 cm^3 in potem smo vzorce navlaževali 24 ur. Vzorce smo izpostavili tlaku 33 kPa do prenehanja iztekanja vode iz cevčice. Preostanek vode smo določili na gravimetrični način. Standardna metoda (metoda 1) dovoljuje meritve bodisi na neporušenih vzorcih volumna 100 m^3 , bodisi da porušene vzorce zgostimo na prvotno gostoto neporušenih tal.

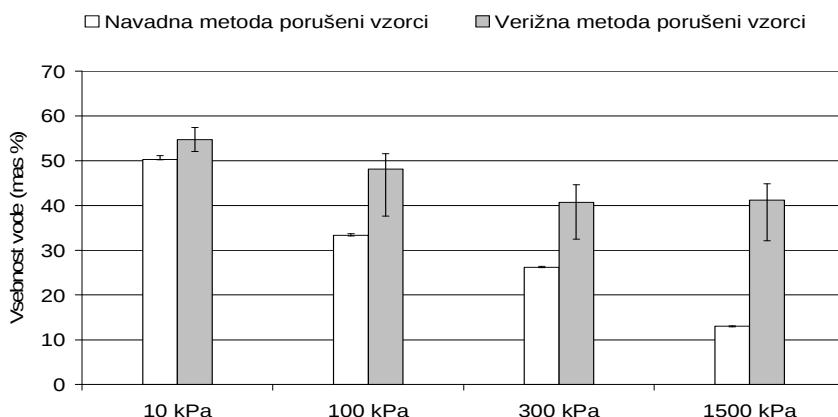
3 Rezultati z diskusijo

Razlike pri določanju desorbcijskih lasnostih tal med vzorci, ki so bili med meritvami pokriti (metoda 3) in nepokriti (metoda 2), so majhne (Slika 1). Meritve so se izvajale na neporušenih talnih vzorcih. Bistvene razlike v rezultatih med metodama ni.



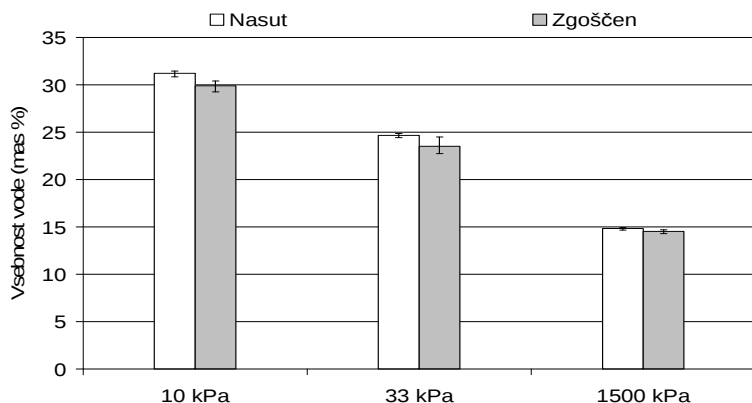
Slika 1: Povprečna, minimalna in maksimalna vrednost vsebnosti vode (mas %) v talnih vzorcih pri različni vrednosti tlaka za pokrite (metoda 3) in nepokrite vzorce (metoda 2) neporušene vzorce tal (N=5).

Razlike med meritvami, kjer smo uporabljali za vsako meritev nov talni vzorec (metoda 2) in meritvami, kjer smo isti vzorec tal uporabljali za več zaporednih meritev (metoda 4), so relativno majhne pri nizkih tlakih in relativno velike pri visokih tlakih meritev (Slika 2). Sipanje rezultatov je večje pri metodi, kjer smo isti vzorec porabili za več zaporednih meritev (metoda 4). Pri metodi 4 so talni vzorci vsebovali več vode kot pri metodi in razlike z višjim tlakom naraščajo. Predpostavljamo, da so se povečane razlike pojavile zaradi nekajkratnega prestavljanja vzorcev in s tem slabega stika s keramično ploščo.



Slika 2: Povprečna vsebnosti vode (masnih %) v talnih vzorcih in minimalne ter maksimalne vrednosti za različne tlake po stari metodi (metoda 2) in verižni metodi s porušenimi vzorci (metoda 4) (N=4).

Pri metodi zgoščevanja vzorca peščeno glinastih tal (metoda 5) je bilo odstopanje od stare metode (metoda 2) majhno, še najmanjše pri visokem tlaku. V absolutni vrednosti to pomeni, da je razlika v izmerjeni količini vode po omenjenih dveh metodah pri visokem tlaku majhna in pri nizkem tlaku nekoliko večja (Slika 3).



Slika 3: Povprečna vsebnosti vode (masnih %) v talnem vzorcu za različne tlake po stari metodi (metoda 2) in njeni različici z zgoščevanjem porušenega talnega vzorca (metoda 5) (N=4).

4 Sklepi

Pri meritvah desorpcijskih lastnosti tal prekrivanje talnih vzorcev, kot omenja nekatera strokovna literatura, ni potrebno, ker se rezultati bistveno ne razlikujejo, če so vzorci med meritvami pokriti ali nepokriti.

Dosledno je potrebno meritve izvajati na svežih (prej neuporabljenih) vzorcih, ker se pri zaporednih meritvah pri različnih tlakih na istem vzorcu pojavijo pomembna odstopanja od meritev na svežih vzorcih.

Rezultati meritev desorpcijskih lastnosti peščeno glinastih tal na zgoščenih vzorcih se le malo razlikujejo od rezultatov meritev pri nasutih talnih vzorcih.

Posamezne meritve so bile izvedene le na eni vrsti tal, zato je potrebno za dokončno potrditev izvesti meritve še na drugih vrstah tal in pri metodi zgoščevanja vzorcev pri različnih gostotah talnih vzorcev.

5 Literatura

Bokalič S. 2005. Možnost večkratne uporabe talnih vzorcev za določitev pF krivulj. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 28 str.

ISO 11274 1998. Soil quality-Determination of the water retention characteristic- Laboratory methods

Klute A. 1986. Water retention: laboratory methods. V: Methods of soil analysis. Klute A. (ed.). USA, American Society of Agronomy: 643-650

Merkač D. 2007. Vpliv prekrivanja talnih vzorcev pri meritvah za desorpcijske krivulje. Diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 32 str.

Resulović H. 1971. Metoda istraživanja fizičkih svojstava zemljišta. Beograd, Jugoslovansko društvo za proučevanje zemljišta: 207 str.

Vpliv vodne bilance na naravno ozadje nitrata na območju Ljubljanskega polja

Vesna ZUPANC⁴⁶, Branka BRAČIČ ŽELEZNIK², Marina PINTAR⁴⁷

Izvleček

Območje vodarne Kleče v Ljubljani predstavlja površino vodonosnika v naravnem stanju, kjer nikoli niso nanašali gnojil. V prispevku obravnavamo meritve količine spranega dušika v nitratni obliki (N-NO_3) v perkolatu lizimetra ter meritve količin N-NO_3 , ki so prišle na površino tal v atmosferskem mokrem depozitu, v letih od 2003 do 2006. Največ N-NO_3 iz mokrega depozita je prišlo na površino tal v letu 2004, in sicer 4,9 kg/ha N-NO_3 , najmanj pa v letu 2006, in sicer 2,7 kg/ha N-NO_3 . Pri mesečni razporeditvi mokrega depozita N-NO_3 v obdobju 2003 – 2006 ni sezonskega vzorca. Količina spranega N-NO_3 v perkolatu lizimetra v obravnavanem obdobju narašča. Iz lizimetra se je v letu 2003 spralo 1,25 kg/ha N-NO_3 , v letu 2004 1,9 kg/ha, v letu 2005 7,9 kg/ha ter v letu 2006 13,6 kg/ha, kar je največ v obravnavanem obdobju.

Ključne besede: vodna bilanca, naravno ozadje nitratov, Ljubljansko polje

Influence of water balance on nitrate natural background on Ljubljana field

Abstract

Area of water pumping station Kleče in Ljubljana represents surface of an aquifer in a natural condition, where no fertiliser has ever been applied. Measurements of nitrate nitrogen (N-NO_3) leached in percolate from lysimeter and atmospheric N-NO_3 wet deposits in the years 2003 – 2006 are presented. In the considered period, the highest N-NO_3 wet deposits were in year 2004, 4,9 kg/ha N-NO_3 , the lowest in year 2006, which was 2,7 kg/ha N-NO_3 . Monthly N-NO_3 wet deposits of the considered period do not show a seasonal pattern. The amount of N-NO_3 leached from the lysimeter is increasing in the period 2003 – 2006. From the lysimeter 1,25 kg/ha N-NO_3 have been leached in 2003, 1,9 kg/ha in 2004, 7,9 kg/ha in 2005 and 13,6 kg/ha in 2006, which is the highest amount of N-NO_3 leached in the considered period.

Key words: water balance, nitrate natural

1 Uvod

Kmetijstvo je eden izmed največjih onesnaževalcev podzemnih voda. Pri kmetijski pridelavi pride do razpršenega onesnaževanja zaradi spiranja gnojil in drugih kemikalij iz območja korenin. Posebej problematično je onesnaževanje podzemnih voda z nitrati, ki v odcedne vode

⁴⁶ Dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, vesna.zupanc@bf.uni-lj.si

² Univ. dipl. ing.geol. Javno podjetje Vodovod - Kanalizacija d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, bzeleznik@vo-ka.si

⁴⁷ Prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, marina.pintar@bf.uni-lj.si

kmetijskih tal pridejo iz razstopljenih gnojil. Koncentracija nitratov iz odcedni vodi je odvisna od porazdelitve vode v talnem profilu ter talne bilance dušika.

Ocena stanja kakovosti podzemnih vod temelji na podatkih, pridobljenih bodisi iz državne mreže monitoringa kakovosti podzemnih vod ali drugih monitoringov, ki jih izvaja podjetje za oskrbo s pitno vodo oziroma služba varstva okolja lokalne skupnosti. Navedeni podatki o kakovosti podzemnih vod so osnova za pomembne odločitve pri oblikovanju okoljevarstvene zakonodaje, zato morajo biti uporabljeni podatki verodostojni ter izražati dejansko stanje vode v telesu podzemne vode. Stopnjo človekovega vpliva na kakovost podzemne vode lahko realno ovrednotimo le v primeru, ko poznamo tudi naravno ozadje hidrokemijskih parametrov v podzemni vodi, torej osnovne koncentracije kemijskih parametrov ki se nahajajo v naravnem okolju zaradi geo-hidrokemijskih procesov. Med slednje spadajo tudi atmosferski depoziti dušika, ki v tla pridejo s padavinami. Antropogenemu vplivu lahko pripišemo le razliko med skupno koncentracijo kemijskega parametra (onesnažila) in naravnim ozadjem parametra.

Raziskovalno delo je največkrat osredotočeno na optimizacijo metod gnojenja in namakanja, ki sta glavna agrotehnična ukrepa, ki vplivata na spiranje nitratne oblike dušika $N-NO_3$. Prav tej obliki dušika, ki je zaradi svoje mobilnosti zelo problematična, smo sledili v obdobju od 2003 do 2006 na raziskovalnem poligonu v Vodarni Kleče, v Ljubljani. V prispevku obravnavamo meritve količine spranega dušika v nitratni obliki ($N-NO_3$) v perkolatu negnojene lizimetra, katerega smo vzorčili v letih od 2003 do 2006 na območju Vodarne Kleče v Ljubljani.

2 Material in metode dela

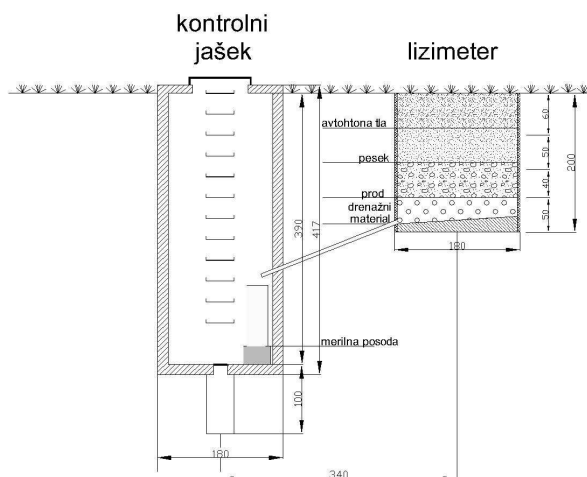
Območje vodarne Kleče, kjer so potekale meritve, predstavlja vodonosno strukturo v naravnem stanju, kjer nikoli ni bilo nanešeno gnojilo (Zupanc et al, 2005), rastlinski ostanki ob košnji pa so odnešeni z območja vodarne. Na raziskovalnem poligonu vodarne se nahajata vremenska postaja ter lizimeter, kjer smo vzorčili izcedno vodo (Slika 1). Na vremenski postaji smo merili dnevne padavine, relativno zračno vlago ter temperaturo zraka. S Penman – Monteithovo metodo (Monteith, 1965) smo izračunali referenčno evapotranspiracijo, za izračun potencialne evapotranspiracije rastlinskega pokrova lizimetra smo uporabili koeficient za ekstenziven pašnik (Allen et al., 1998), čigar vegetacija ustreza rastlinskemu pokrovu lizimetra.

Lovilec vzorcev odtoka omogoča kontinuirane meritve količine iztoka vode iz lizimetra. Meritve količine odtoka nam ob hkratnih meritvah meteoroloških parametrov omogočajo izračun vodne bilance, ki je pomemben podatek pri interpretaciji kemičnih analiz perkolata. Vodno bilanco smo izračunali po izrazu (Stephens, 1995):

$$P - ET - O = dS,$$

kjer so P padavine, ET evapotranspiracija, O odtok ter dS sprememba v zalogi vode v lizimetru (vse v mm). Vzorčenje izcedne vode je potekalo v tedenskih intervalih. V času suše

smo vzorčenje prilagajali pojavu padavin, ko smo predvidevali, da se je nabrala zadostna količina vode za analizo koncentracije nitrata v perkolatu.



Slika 1: Prerez lizimetske postaje v vodarni Kleče, desno je lizimeter, ki je preko kanala za odtok povezan s kontrolnim jaškom.

Na Agenciji za okolje RS (ARSO) v okviru programa European Monitoring and Evaluation Programme (EMET) merijo moker atmosferski depozit nitrata v dnevni padavinah s pomočjo avtomatskega vzorčevalnika padavin Eigenbrodt Wet Only NSA 181/S. Količina $N-NO_3$ iz mokrega depozita je bila izračunana iz koncentracije in količine padavin ter preračunana na kg/ha. Meritve mokrega atmosferskega depozita $N-NO_3$ so na voljo od leta 2003 naprej (ARSO, 2008).

V prispevku obravnavamo obdobje meritev koncentracije nitrata v perkolatu ter v mokrem depozitu v letih od 2003 do 2006.

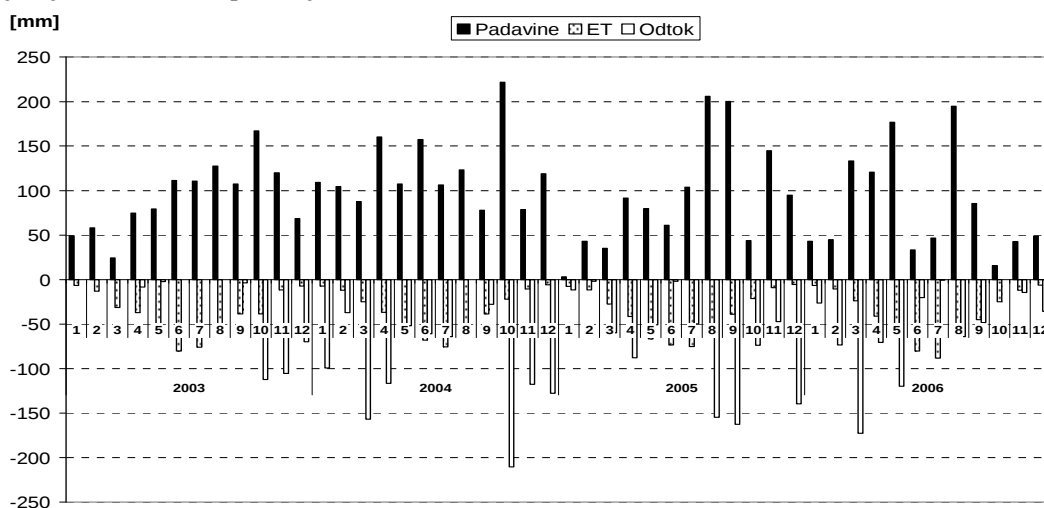
3 Rezultati z diskusijo

V obravnavanem obdobju od leta 2003 do 2006 je bila povprečna letna temperatura zraka $10,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, povprečna letna maksimalna temperatura zraka ($T_{\max}$) $16,3\text{ }^{\circ}\text{C}$ in povprečna letna minimalna temperatura zraka ($T_{\min}$) $7\text{ }^{\circ}\text{C}$, povprečne letne padavine so bile 1161 mm. Za primerjavo povejmo, da je bila v standardnem meteorološkem obdobju 1961 – 1990 povprečna temperatura zraka $9,8\text{ }^{\circ}\text{C}$, $T_{\max}$ $14,8\text{ }^{\circ}\text{C}$ in $T_{\min}$ $5,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, povprečna letna količina padavin tega obdobja je bila 1393 mm (ARSO, 2008). Ti podatki kažejo, da so obravnavana leta toplejša kot dolgoletno povprečje, z manjšo količino padavin. V preglednici 1 je prikazana letna vodna bilanca obravnavanega obdobja 2003 – 2006 za lizimeter vodarni Kleče v Ljubljani.

Preglednica 1: Členi letne vodne bilance obravnavanega obdobja 2003 – 2006 za lizimeter v vodarni Kleče v Ljubljani (padavine, potencialna evapotranspiracija ETP, odtok, sprememba v zalogi vode v lizimetru (dS), ter evapotranspiracija zelene površine (ET_{zp}), vse v mm) in temperatura zraka ($^{\circ}C$).

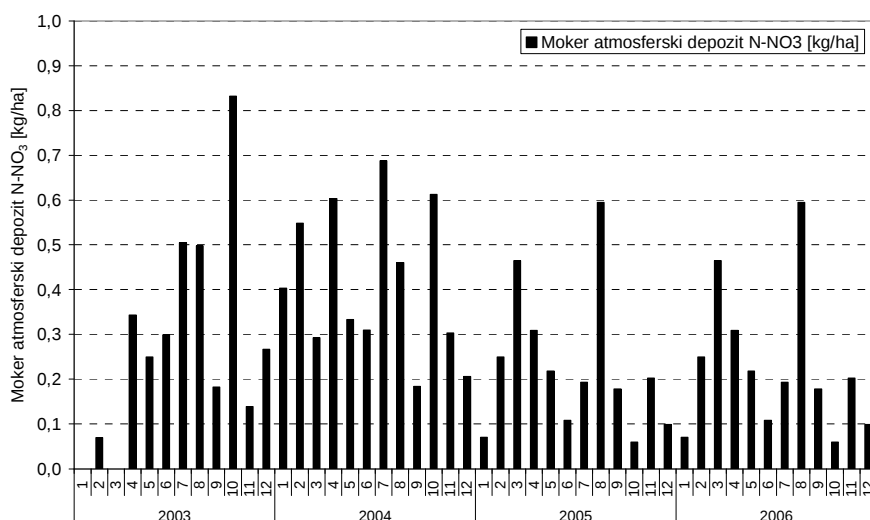
Leto	Padavine (mm)	ETP (mm)	Odtok (mm)	Pov T zraka $^{\circ}C$	dS (mm)	ET_{zp} (mm)
2003	1099	815	302	11,2	332	464
2004	1453	744	1070	10,4	-41	424
2005	1107	754	841	10,1	-163	430
2006	987	794	646	11,1	-111	453
Povpr. 2003 - 2006	1161	777	715	10,7	4	443
Povpr. 1961 - 1990	1393	-	-	9,8	-	-

Na sliki 2 vidimo mesečno vodno bilanco za obravnavano obdobje 2003 – 2006. Količina odtoka iz lizimetra je bila največja v letu 2004, in sicer 1000 mm. Leto 2004 je bilo tudi najbolj mokro izmed primerjanih let.



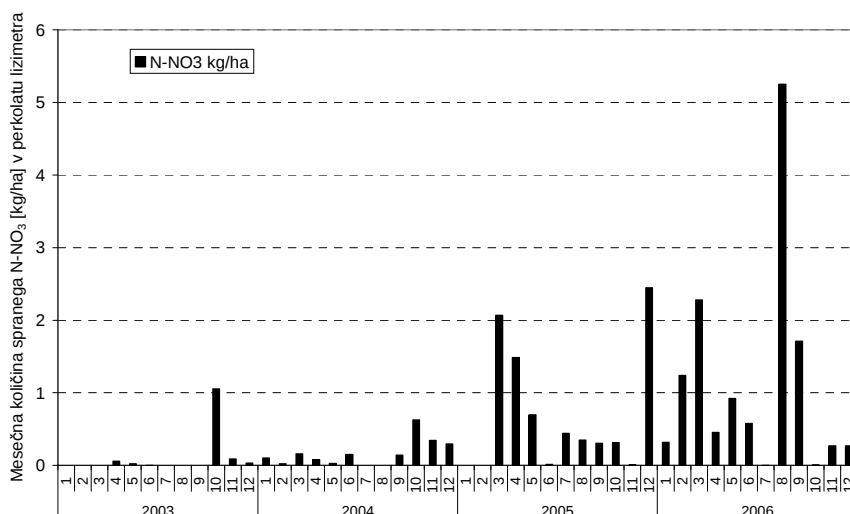
Slika 2: Mesečna vodna bilanca lizimetra na raziskovalnem poligonu vodarne Kleče v Ljubljani v obravnavanih letih 2003 – 2006

Slika 3 prikazuje količino mokrega atmosferskega depozita $N-NO_3$ v kg/ha v obravnavanem obdobju 2003 – 2006 na meteorološki postaji Ljubljana-Bežigrad. Največ mokrega depozita $N-NO_3$ je prišlo na površino tal v letu 2004, in sicer 4,9 kg/ha $N-NO_3$, najmanj pa 2,7 kg/ha $N-NO_3$ v letu 2006. Leto 2006 je bilo izmed obravnavanih z najmanj padavinami. Pri mesečni razporeditvi mokrega depozita $N-NO_3$ v obdobju 2003 – 2006 ni sezonskega vzorca.



Slika 3: Količina mokrega atmosferskega depozita N-NO₃ v kg/ha na meteorološki postaji Ljubljana- Bežigrad (ARSO, 2008)

Količina spranega N-NO₃ v perkolatu lizimetra je v obravnavanem obdobju naraščala. Iz lizimetra se je v letu 2003 spralo 1,25 kg/ha N-NO₃, v letu 2004 1,9 kg/ha, v letu 2005 7,9 kg/ha ter v letu 2006 13,6 kg/ha, kar je največ v obravnavanem obdobju. V letih 2003 in 2004 se je največ N-NO₃ spralo v jesenskih mesecih, v letu 2005 pa v spomladanskem obdobju marec – april ter v decembru. V letu 2006 je bilo spiranje največje v mesecu marcu, in sicer 2,28 kg N-NO₃ na ha ter v mesecu avgustu, ko se je spralo 5,25 kg N-NO₃ na ha (Slika 4).



Slika 4: Mesečna količina spranega N-NO₃ kg/ha v perkolatu lizimetra na raziskovalnem poligonu vodarne Kleče v Ljubljani v obdobju 2003 – 2006

Razlika med količino mokrega depozita N-NO₃ in spranega N-NO₃ je v prvih dveh letih 2003 in 2004 pozitivna. V drugih dveh letih 2005 in 2006 pa je razlika med prispelim in spranim N-NO₃ negativna, kar pomeni, da se je iz lizimetra spralo več N-NO₃, kot pa ga je prišlo na površino.

Količina spranega N-NO_3 v kg/ha je odvisna ne samo od vnosov dušika na površino tal, temveč tudi od drugih dejavnikov, ki pogojujejo okoliščine, ki vplivajo na mineralizacijo dušika v tleh. Med ključnimi dejavniki so količina in razporeditev padavin ter temperatura tal. Vsi ti neposredno vplivajo na dva okoljska dejavnika, temperaturo tal in količino vode v tleh, ki imata največji vpliv na stopnjo razgradnje organskega materiala (Hood-Nowotny s sod., 2008). V prispevku obravnavana leta 2003 – 2006 so toplejša kot dolgoletno povprečje standardnega meteorološkega obdobja 1961 – 1990 ter z manjšo količino padavin, kar je še posebej izrazito v letu 2006.

4 Sklepi

Največ mokrega depozita N-NO_3 je prišlo na površino tal v letu 2004, in sicer 4,9 kg/ha N-NO_3 , ki je bilo izmed obravnavanih let najbolj mokro. Najmanj N-NO_3 iz mokrega depozita je prišlo v letu 2006, ki je bilo izmed obravnavanih let najbolj suho, in sicer 2,7 kg/ha N-NO_3 . Pri mesečni razporeditvi mokrega depozita N-NO_3 v obdobju 2003 – 2006 ni sezonskega vzorca.

Količina spranega N-NO_3 v perkolatu lizimetra v obravnavanem obdobju narašča. V letih 2003 in 2004 je bila količina spranega nitrata približno enaka. V letu 2003 se je spralo 1,25 kg N/ha, v letu 2004 pa 1,9 kg N/ha. Skupno se je v letu 2005 spralo 7,9 kg N-NO_3 /ha, v letu 2006, ki je bilo izmed obravnavanih z najmanj letnih padavin, pa 13,2 kg N-NO_3 /ha.

Razlika med količino mokrega depozita N-NO_3 in spranega N-NO_3 je v prvih dveh letih 2003 in 2004 pozitivna, kar pomeni, da je preko padavin na tla prispelo več N-NO_3 , kot pa spralo. V drugih dveh letih 2005 in 2006 pa je razlika med prispelim in spranim N-NO_3 negativna, kar pomeni, da se je iz lizimetra spralo več N-NO_3 , kot pa ga je prišlo na površino.

5 Literatura

Allen, R.G., Pereira, L.S., D. Raes, Smith, M. 1998. Crop evapotranspiration - Guidelines for computing crop water requirements. FAO Irrigation and drainage paper 56. Rome, Food and Agriculture Organization of the United Nations.

ARSO, 2008. Podatki za padavine – moker nitratni depozit, meteorološki parametri $T_{\min}$, $T_{\max}$ ter padavine v obdobju 1961 – 1990. Osebna komunikacija

Monteith J.L. 1965. Evaporation and the environment. In the movement of water in living organisms. Cambridge University Press, Swansea, Society of Experimental Biology: 205 – 234

Stephens D.B. 1995. Vadose zone hydrology. Florida, CRC Press, Lewis publishers: 347 str.

Zupanc, V., Bračič-Železnik, B., Pintar, M. 2005. Water balance assessment for lysimeter station based on Water Pumping Station Kleče in Ljubljana = Ocena vodne bilance za lizimetro postajo pri Vodarni Kleče v Ljubljani. Acta agric. Slov. let. 85, št. 1, str. 83-90.

Hood-Nowotny, R., Kessel Van, C., Vanlauwe, B. 2008. Use of tracer technology for the management of organic sources. V: Guidelines on Nitrogen Management in Agricultural Systems. IAEA-TCS-29/CD, str.181-234

Dinamika gibanja vode v tleh pri pridelavi vrtnin na Ljubljanskem polju

Vesna ZUPANC⁴⁸, Peter KORPAR⁴⁹, Nina MARŠIĆ-KACJAN⁵⁰, Janko URBANC⁵¹, Branka ŽELEZNIK⁵², Sonja LOJEN⁵³, Martina ŠTRUM⁵⁴ Marina PINTAR⁵⁵,

Izvleček

Premišljena izbira metode ter preudarno izvajanje namakanja sta ključnega pomena pri okolju prijazni pridelavi vrtnin. Prispevek obravnava vodnoretenzijske lastnosti tal ter dinamiko vode v talnem profilu ob različnih metodah namakanja vrtnin (50 in 100 % pokrivanje evapotranspiracije (ETP) ter kmetovo prakso namakanja) v Sneberjih na Ljubljanskem polju za ljubljansko ledenko v letu 2006 ter zelje v letu 2007. Največji razpon intervala rastlinam dostopne vode (RDV) so imela tla na globini 10 cm na parceli s kmetovo prakso. Najnižji razpon intervala RDV na globini 10 in 20 cm je bil na parceli, kjer smo imeli kontrolo. Na parceli z obravnavanjem, kjer smo vrtninam pokrivali 50 % ETP, je bila količina vode na 30 cm, kjer je glavnina korenin, pod točko PK, kar pomeni, da tla vrtninam kljub namakanju niso nudila optimalne preskrbe z vodo. Količina vode na parceli s 100 % pokrivanjem ETP, je bila na globini 30 cm v okviru PK, kar predstavlja optimalno preskrbo z vodo. Pri kontroli zemljišče v času poskusa ni bilo namakano v nobenem obravnavanem letu, količina vode v tleh obravnavanih obdobjih je padala, vendar točke venenja ni dosegla.

Ključne besede: namakanje, vrtnine, voda v tleh, vodno retenzijske lastnosti tal

Influence of irrigation method on soil moisture dynamics on Ljubljana field

Abstract

Careful choice of irrigation method and strategy is of key importance for environmentally sustainable vegetable production. Soil water retention characteristics and soil water dynamics in soil profile under different vegetables irrigation treatments (covering 50 and 100% plant's water demand, farmer's irrigation practice) in Sneberje on Ljubljana's field for iceberg lettuce in 2006 and cabbage in 2007 are presented. The biggest available water capacity had upper layer of plot under farmer's practice. The lowest available water capacity was on top layer of control plot. On the plot with covering 50% plant's water demands treatment soil on 30 cm (main root zone) was under field capacity (FC), which means that soil did not provide optimal water care. Soil water content of 30 cm layer of plot with 100%

⁴⁸ dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, vesna.zupanc@bf.uni-lj.si

⁴⁹ dipl. ing., prav tam, peter.korpar@bf.uni-lj.si

⁵⁰ doc dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za vrtnarstvo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, nina.kacjan.marsic@bf.uni-lj.si

⁵¹ doc. dr., Geološki zavod, 1000 Ljubljana

⁵² univ. dipl. ing., Javno podjetje Vodovod - Kanalizacija d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana, bzeleznik@vo-ka.si

⁵³ doc. Dr., Inštitut Jožef Stefan, Odsek za znanosti o okolju, Ljubljana sonja.lojen@ijs.si

⁵⁴ univ.dipl.inž.geol, prav tam, martina.sturm@ijs.si

⁵⁵ prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, marina.pintar@bf.uni-lj.si

irrigation was around FC, which presents optimal water care. Control plot was not irrigated during the observation period and soil water content was decreasing throughout the experiment but it did not reach below permanent wilting point.

Key words: irrigation, vegetables, soil water, soil water retention characteristics

1 Uvod

Vodonosnik Ljubljanskega polja je vir pitne vode za prebivalce Ljubljane in njene okolice. Na kmetijskih zemljiščih, ki pokrivajo okoli 35% Ljubljanskega polja, poteka tako intenzivna pridelava zelenjave kot tudi tradicionalna kmetijska pridelava. Študije vira onesnažil v vodonosniku Ljubljanskega polja so pokazale, da je antropogenih virov onesnaženja veliko (Urbanc s sod., 2004), kmetijstvo pa je med največjimi viri razpršenega onesnaževanja. Skupaj z odcedno vodo, ki polni vodonosnike, se spirajo gnojila in druge kemikalije iz območja korenin. Zaradi svoje mobilnosti je zelo problematičen nitrat. Koncentracija nitrata čez 45 ppm v podtalnici je škodljiva za človekovo zdravje. Dušična gnojila, nanešena na površino tal, dosežejo podtalnico kot raztopljeni nitrat v vodi, ki odteka iz vrhnega sloja tal pri prekomernemu namakanju rastlin ali ob obilnih padavinah.

Talne pore v območju korenin zgornjega sloja so blažilne cone za snovi, ki potujejo proti nižjim plastem tal. Na gibanje vode v tem območju močno vplivajo vodno retenzijske lastnosti tal, ki opredelijo interval rastlinam dostopne vode (RDV) v tleh (t.j. fiziološko aktivne vode). Posamezne točke, ki opisujejo vodnoretenzijske lastnosti tal, izražamo v masnih ali volumskih odstotkih. Najbolj značilni točki vodno retenzijskih lastnosti tal sta poljska kapaciteta (PK) in točka venenja (TV), ki določata interval RDV. Zgornja plast tal ima omejeno sposobnost za zadrževanje vode, kjer je zgornja točka poljska kapaciteta.

Pravilno gnojenje je del rešitve problema onesnaževanja podzemnih voda z nitrati, vendar sta tako padavine kot namakanje dva glavna dejavnika, ki na spiranje nitratov prav tako močno vplivata (Leenhardt s sod., 1998). Zato sta preiščljena izbira metode ter preudarno izvajanje namakanja ključnega pomena za okolju prijazno pridelavo vrtnin. Za solatnice in kapusnice je značilno, da imajo plitve korenine, zato je vodna bilanca zgornjih 10 do 40 cm pod površino tal za rast rastlin najpomembnejša. Z okoljevarstvenega vidika je za ugotavljanje spiranja nitrata pomembno spremljanje gibanja vode tudi v globljih plasteh tal. V prispevku obravnavamo vodnoretenzijske lastnosti tal ter dinamiko količine vode v talnem profilu ob različnih metodah namakanja izbranih vrtnin v Sneberjih na Ljubljanskem polju.

2 Material in metode dela

Za proučevanje sistemov rastlina-tla-podzemna voda smo na Ljubljanskem polju v Sneberjih v obdobju april-junij 2006 izvedli poskus s solato in v obdobju avgust-november 2006 poskus z endivijo. Poskus smo nadaljevali v letu 2007. V obdobju april-junij smo izvedli poskus z zgodnjim zeljem ter v obdobju oktober-november 2007 poskus z jesensko solato. Endivje in jesenske solate zaradi vremenskih pogojev ni bilo potrebno namakati, zato v prispevku obravnavamo rezultate meritev količine vode v tleh v obdobju junij – julij 2006 (ljubljska ledenka) ter april – junij 2007 (zelje) za parcele s kapljičnim namakanjem z dvema različnima količinama vode ter kontrolo (kmetova praksa namakanja).

V poskus so bila vključena štiri obravnavanja: (1) 50 % pokrivanje ETP in kmetova praksa gnojenja, (2) 100 % pokrivanje ETP rastlin po vodi in fertigacija, (3) kmetova praksa gnojenja in namakanja in (4) kontrolni poligon (negnojeno, kmetova praksa namakanja). Namakanje je bilo izvedeno kot dopolnilni ukrep, ko padavine niso pokrile potreb po vodi s strani rastlin. Potrebe rastlin po vodi smo zračunali s pomočjo Penman-Monteithove metode za izračun ETP. Za namakanje pri kmetovi praksi je bila uporabljena cisterna s topovi za namakanje, za ostali del poskusa je bil nameščen kapljični namakalni sistem. Ustaljena praksa namakanja, ki jo kmet uporablja, je namakanje sadik po presajanju, enkrat, največ dvakrat (toliko, da se mlade rastline vkoreninijo), sicer namaka samo, ko oceni, da je zaradi dolgotrajnega sušnega obdobja to potrebno.

Tla na njivi v Sneberjih, kjer je bil poljski poskus izveden, so bila obrečna evtrična oglejena (50 in 100 % pokrivanje potencialne ETP) in obrečna evtrična globoko oglejena tla (kmetova praksa in kontrola)

3.1 Vodno retenzijske lastnosti tal

Vodno retenzijske lastnosti vzorcev tal smo določili s pomočjo Richardove posode, ki predstavlja tlačni ekstraktor z dovodom za tlak (Soil moisture Equipment Corp., P.O. Box 30025, Santa Barbara, CA 93105). Izmerili smo vrednosti za PK pri 33 kPa ter TV pri 150 kPa. Količino vode smo izrazili v volumskih odstotkih (vol %), ki nam označujejo debelino plasti vode v tleh, ki jo rastline lahko koristijo. Vzorce smo vzeli v petih globinah (10, 20, 30, 40 in 50 cm) po parcelah posameznih obravnavanj. Za vsak vzorec smo naredili tri meritve in izračunali povprečje.

3.2 Merjenje količine vode v tleh

Za spremljanje količine vode v tleh je bil vgrajen sistem Trime TDR. Količino vode v tleh smo merili kontinuirano na globinah 10, 30, 50, 70 in 100 cm na parcelah z obravnavanji (1) 50% pokrivanje ETP, (2) 100% pokrivanje ETP ter (4) kontrola (kmetova praksa namakanja).

3 Rezultati z diskusijo

3.1 Vodno retenzijske lastnosti tal na vseh obravnavanih površinah

Razlike v vodno retenzijskih lastnostih tal posameznih obravnavanih parcel so precejšnje. Največji razpon intervala RDV sta imela vzorca, odvzeta na 10 in 20 cm na parceli z obravnavanjem (3) kmetova praksa namakanja in gnojenja, in sicer med 35 in 38 vol% vode. Na parcelah, kjer smo imeli obravnavanji s 50 oz. 100 % pokrivanjem ETP, je bila na 10 in 20 cm PK okoli 25 %, TV pa med 7 in 11 vol% vode. Najnižja točka PK na 10 in 20 cm je bila na parceli, kjer smo imeli obravnavanje (4) kontrolo. Na 30 cm globine je bila PK največja pri obravnavanju (4) kontrola (32%), najnižja pri obravnavanju (1) 50% pokrivanjem ETP (3%), točka venenja pa je bila povsod okoli 5,5% (Preglednica 1).

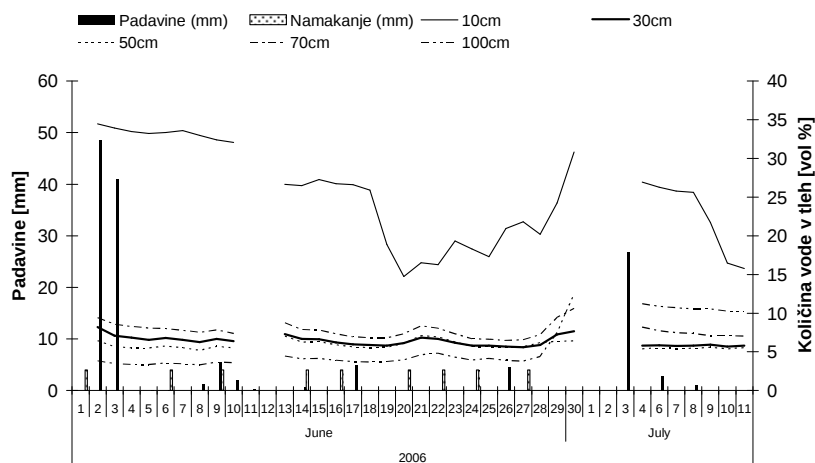
Preglednica 1: Vodno retenzijske lastnosti tal (vol %) poskusnih parcel v Sneberjih, Ljubljana; analize so bile narejene 2008. PK je poljska kapaciteta (33 kPa) ter TV točka venenja (150 kPa), RDV je interval rastlinam dostopne vode.

Globina (cm)	50 % namakanje			100 % namakanje			Kmetova praksa			Kontrola		
	PK	TV	RDV	PK	TV	RDV	PK	TV	RDV	PK	TV	RDV
	(Vol %)			(Vol %)			(Vol %)			(Vol %)		
10	24,9	7,2	17,7	25,7	11,2	14,4	41,4	5,6	35,9	13,7	6,4	7,3
20	25,8	6,7	19,1	26,3	11,2	15,2	44,1	5,7	38,4	9,3	6,0	3,3
30	25,0	5,7	19,2	25,5	12,2	13,2	29,0	5,5	23,5	32,3	5,6	26,7
40	3,0	1,8	1,2	14,0	5,5	8,5	12,7	1,6	11,1	10,2	1,3	8,9
50	10,2	1,5	8,8	14,9	5,5	9,4	28,5	1,4	27,2	18,5	2,4	16,2

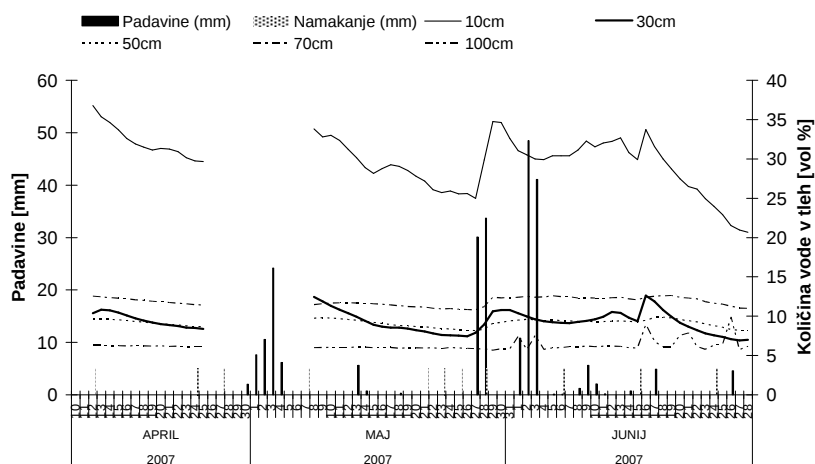
3.2 Količina vode v tleh pri obravnavanju (1) s 50 % pokrivanjem ETP

Na slikah 1 in 6 so prikazane dnevne padavine (mm) in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh. V letu 2006 sta bila na začetku junija dva padavinska dogodka z več kot 40 mm dežja, nato pa do začetka julija, ko je padlo 25 mm dežja, padavin ni bilo. V letu 2007 v aprilu ni bilo padavin. Večji padavinski dogodki so bili na začetku maja, nato pa ponovno konec maja in začetek junija (Slike 1 – 6).

Na parceli, kjer smo vrtnine namakali s 50 % količino vode, je bila najvišja vsebnost vode na 10 cm, in sicer med 20 in 38 vol% vode v obeh letih (slike 1 in 2). Količina vode na 10 cm globine je bila malo pod PK, v obdobju od 20. do 26. junija 2006, pri ljubljanski ledenki, ko smo tudi kapljično namakali. Količina vode na preostalih globinah (30 – 100 cm) je bila nižja, in sicer med 5 in 15 vol% vode. To pomeni, da je bila količina vode na globini 30 cm, kjer je glavnina masa korenin, pod točko PK in tla vrtninam niso nudila optimalne preskrbe z vodo.



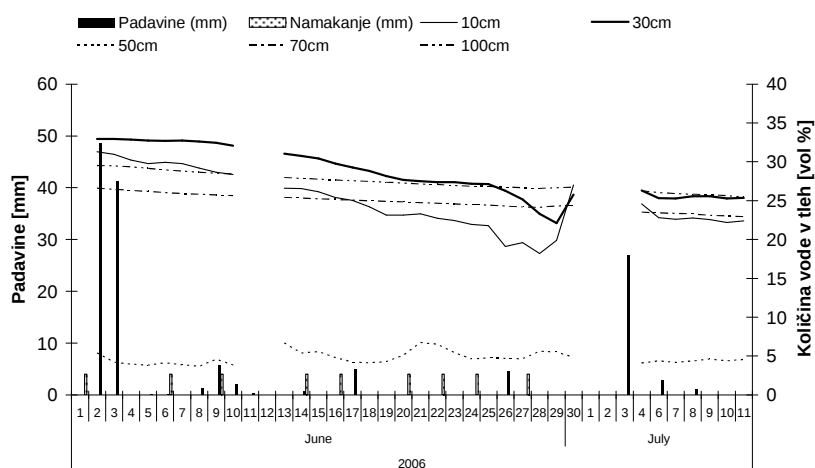
Slika 1: Dnevne padavine (mm) in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh (vol%) v Sneberjih na parceli z ljubljansko ledenko pri obravnavanju (1) s 50 % pokrivanjem ETP v letu 2006



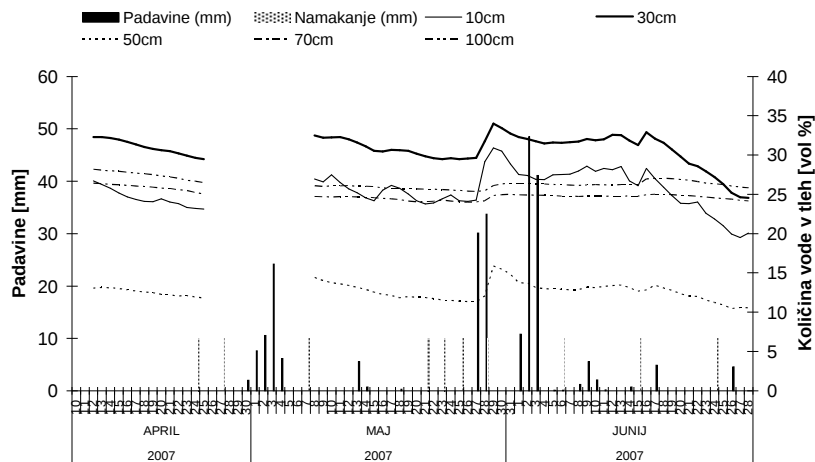
Slika 2: Dnevne padavine (mm) in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh (vol%) v Sneberjih na parceli z zgodnjim zeljem pri obravnavanju (1) s 50 % pokrivanjem ETP v letu 2007

3.3 Obravnavanje (2) s 100 % pokrivanjem ETP

Na parceli z obravnavanjem (2) s 100 % pokrivanjem ETP je bila količina vode v zgornji plasti 10 cm v obeh letih med 20 in 25 % vode, na 30 cm pa med 25 in 30 % (sliki 3 in 4), kar je v okviru PK (preglednica 1). Na 50 cm se voda giblje med 5 in 10 vol% vode v letu 2006 ter med 10 in 15 vol% vode v letu 2007. Na tej globini se je količina vode še vedno spreminjala s padavinami, zelo izrazito predvsem v letu 2007. Na globini od 70 in 100 cm odziv na padavine ni bil več opazen.



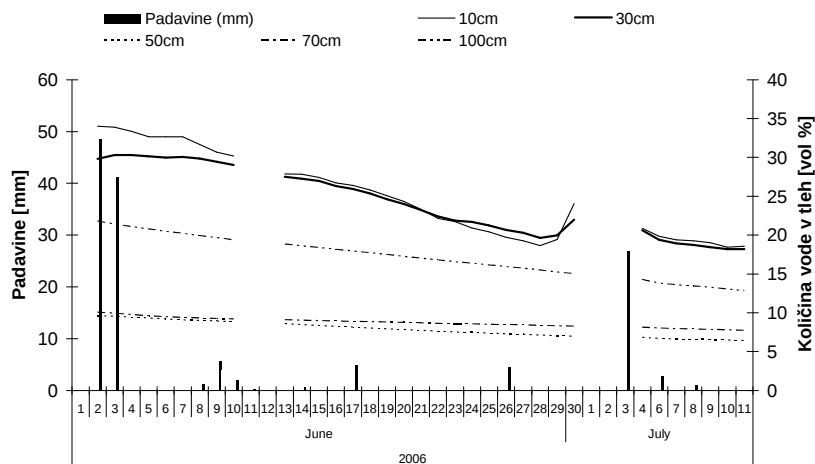
Slika 3: Dnevne padavine in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh (vol%) v Sneberjih na parceli z ljubljansko ledenko pri obravnavanju (2) s 100 % pokrivanjem ETP v letu 2006



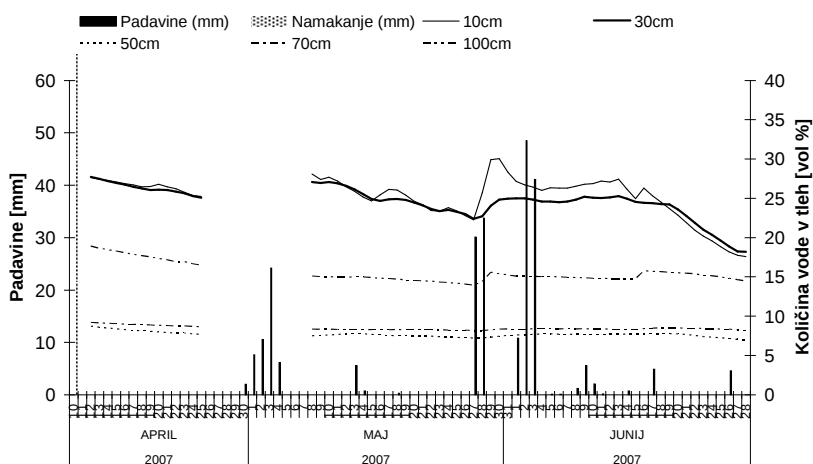
Slika 4: Dnevne padavine in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh (vol%) v Sneberjih na parceli z zgodnjim zeljem pri obravnavanju (2) s 100 % pokrivanjem ETP v letu 2007

3.4 Obravnavanje (4) kontrola – kmetova praksa namakanja

Pri kontroli zemljišče v času poskusa ni bilo namakano. V letu 2006 je količina vode na 10 in 30 cm globine v času poskusa padala in sicer s 35 % vode na začetku merjenja na 18 % vode na koncu rastne dobe ledenke (slika 5). V letu 2007 je bila površina pod kmetovo prakso namakana le enkrat na začetku poskusa z zgodnjim zeljem, bilo pa je v obravnavanem obdobju več padavin. Količina vode 10 in 30 cm je le v tretji dekadi junija padla pod 25% vode (do 16 %) (slika 6), kar je še vedno nad točko venenja za to parcelo (preglednica 1). Na globini 100 cm v letu 2007 količina vode v tleh sledi dinamiki padavin.



Slika 5: Dnevne padavine in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh (vol%) v Sneberjih na parceli z ljubljansko ledenko pri obravnavanju (4) s kmetovo prakso namakanja v letu 2006



Slika 6: Dnevne padavine in gibanje povprečne dnevne količine vode v tleh (vol%) v Sneberjih na parceli z zgodnjim zeljem pri obravnavanju (4) s kmetovo prakso namakanja v letu 2007

4 Sklepi

Razlike v vodno retenzijskih lastnostih tal posameznih parcel so zaradi heterogenosti tal precejšnje. Največji razpon intervala RDV sta imela vzorca, odvzeta na 10 in 20 cm na parceli z obravnavanjem (3) kmetovo prakso namakanja in gnojenja. Najnižja točka PK na 10 in 20 cm je bila na parceli, kjer smo imeli kontrolo. Na 30 cm globine je bila PK največja pri kontroli (32%), najnižja pri 50% namakanju (3%), točka venenja pa je bila povsod okoli 5,5%.

Na parceli, kjer smo vrtnine namakali s 50 % količino vode za pokrivanje ETP (obrečna evtrična oglejena tla), je bila najvišja vsebnost vode na 10 cm v obeh obravnavanih letih. Količina vode na preostalih globinah (30 – 100 cm) je bila nižja pod točko PK. To pomeni, da tla vrtninam kljub namakanju niso nudila optimalne preskrbe z vodo.

Količina vode na parceli, kjer smo vrtnine namakali s 100 % količino vode za pokrivanje ETP (obrečna evtrična oglejena tla), je bila v plasti 30 cm je med 25 in 30 % vode, kar je v okviru PK in predstavlja optimalno preskrbo z vodo.

Pri kontroli (obrečna evtrična globoko oglejena tla) zemljišče v času poskusa ni bilo namakano v nobenem obravnavanem letu. V letu 2006 je količina vode v tleh vztrajno padala. V letu 2007 je bila količina vode zaradi zadostnih količin in ugodne razporeditve padavin nad oz. v okviru PK, šele v tretji dekad junija pa je padla pod PK, vendar TV ni dosegla.

5 Zahvala

Raziskave je omogočila Agencija za raziskovalno dejavnost RS v okviru projekta L1-7097-0215. Avtorji besedila se zahvaljujejo gospodu Janezu Janežu, ki je omogočil poskus na njegovem polju v Sneberjih.

6 Literatura

Leenhardt, D., Lafolie, F., Bruckler, L., de Cockborne, A-M. 1998. Evaluating irrigation strategies for lettuce by simulation: 2. Nitrogen budget. *European Journal of Agronomy*. 8: 267 - 282

Urbanc, J., Jamnik, B., Medić M. 2004. Ugotavljanje antropogenih vplivov v podzemni vodi Ljubljanskega polja z izotopskimi metodami. *Geološki zavod Slovenije*, 42 str.

Problemi ohranjanja varovane kmetijske kulturne dediščine na primeru ljubljanskih Krakovskih vrtov

Katja VADNAL⁵⁶, Marijana JAKŠE⁵⁷, Vesna ALIČ⁵⁸, Danica JEREB-BOLKA⁵⁹

Izvleček

Krakovski vrtovi so s svojo značilno parcelacijo, ki je nastala kot posledica tradicionalnega tržnega pridelovanja vrtnin v Krakovskem predmestju, zavarovani kot nepremičninska kulturna dediščina, ki je kot taka umeščena tudi v razvojne dokumente Mestne občine Ljubljana. Stanje vrtov kaže, da je entiteta, ki je zavarovana, podvržena intenzivnim procesom degradacije, nič drugačnim od tistih, ki so značilni za rabo kmetijskih zemljišč tudi sicer (nenamenska raba zemljišč, opuščanje obdelovanja, zaraščanje pozidava). Raziskava želi z uporabo metode participativnega raziskovanja z mnogokratno zanko odgovoriti na vprašanje, ali je v takih razmerah mogoče ohraniti mestno kmetijsko dediščino ter jo uskladiti z modernimi agronomskimi praksami in s sodobnim utripom mesta. Raziskovalni proces je potekal v dveh korakih, in sicer priprava koncepta revitalizacije in preverjanje koncepta med relevantnimi deležniki. Rezultati kažejo, da je z uporabo sodobnih konceptov večnamenskega in mestnega kmetijstva ter skupnostne skrbi za marginalizirane družbene skupine mogoče oblikovati smislen model revitalizacije kmetovanja, ki omogoča trajnostno ohranjanje kulturne kmetijske krajine. Preverjanje koncepta med relevantnimi deležniki pa je pokazalo, da je njegova izvedba bistveno določena s celovitostjo in kakovostjo participativnega odločitvenega procesa.

Ključne besede: kmetijstvo, kulturna krajina, mestno kmetijstvo, varstvo kulturne dediščine, javno-zasebno partnerstvo, Krakovski vrtovi, Ljubljana

Problems of the protected agricultural cultural heritage preservation in case of Krakovo Gardens in Ljubljana

Abstract

Due to typical plot pattern generated by traditional market oriented vegetable production in Krakovo suburb, Krakovo gardens are protected as cultural heritage and incorporated into plan of spatial development of the Municipality of Ljubljana. Actual condition of the gardens shows that this protected entity is in the process of degradation of land use, very similar to these processes on agricultural land elsewhere (misuse of land, abandoning, forestation, fencing in, building). Research is aimed to find, in the actual circumstances, a proper solution for preservation of urban agriculture heritage through its adjustment to modern agricultural practices and contemporary city lifestyles by the method of participatory research with multiple loops. Research process took two steps: developing a concept of revitalization and testing a concept with relevant stakeholders. Results show that it is possible to model effective, workable and sustainable model of agricultural revitalization of agricultural landscape amenity by use of concepts of multifunctional and urban agriculture, as well as community-based social care for socially marginalized groups. Testing a concept with relevant stakeholders revealed that for its fulfillment quality of a holistic participatory decision making was decisive.

Key words: agriculture, landscape amenity, urban agriculture, protection of cultural heritage, private-public partnership, Krakovo Gardens, Ljubljana

⁵⁶ Dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: katja.vadnal@bf.uni-lj.si

⁵⁷ Dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: marijana.jakse@bf.uni-lj.si

⁵⁸ Mag., Zavod ZRKP – zavod za razvoj kmetijstva in podjetništva, e-pošta: vesna.alic@guest.arnes.si

⁵⁹ Univ. dipl. prav., Povšetova ulica 20, 1000 Ljubljana, e-pošta: danica.jereb@siol.net

1 Uvod

Krakovski vrtovi so s svojo značilno parcelacijo, ki je nastala kot posledica tradicionalnega tržnega pridelovanja vrtnin⁶⁰ v Krakovskem predmestju, zavarovani kot nepremičninska kulturna dediščina (Odlok..., 1986). Prostorski dokumenti Mesta Ljubljana predvidevajo na tem območju kmetijsko rabo tudi v prihodnje (MOL, 2008). Na ta način Mestna občina Ljubljana izraža oziroma opredeljuje javni interes za ohranjanje vrtov v zavarovani obliki. Mestna občina Ljubljana financira v obdobju 2007 – 2009 izvajanje projekta Koncept revitalizacije krakovskih vrtov na podlagi javno-zasebnega partnerstva, katerega rezultate povzema pričujoči prispevek.

Vrtovi ležijo v samem središču mesta Ljubljane. Merijo okoli 180 arov in so v lasti več kot 100 lastnikov, pretežno fizičnih oseb. Z ulicami so ločeni na tri dele (72 arov, 82 arov in 30 arov). Že pogled na vrtove pa pokaže, da Krakovskih vrtov, kot smiselno vsebinsko zaokrožene sestave, ni več. Na ciljnem območju delujejo številne razpršene silnice. Po eni strani se navezujejo na tradicionalno rabo, ki pa po svoji intenzivnosti ne zagotavljajo kakovostne reprodukcije sistema. Po drugi strani pa »zlorabe« kažejo na zelo konkretne potrebe sodobnih uporabnikov vrtov (ograjevanje, zatavljanje, spreminjanje v okrasni hišni vrt ipd.). Vse več vrtov pa ostaja neobdelanih in se zaraščajo. To kaže, da lastniki oziroma zasebni interesi praviloma niso naklonjeni ohranjanju vrtov v zavarovani obliki.

Postavlja se torej vprašanje, ali je v takih razmerah mogoče ohraniti mestno kmetijsko dediščino in jo uskladiti z modernimi agronomskimi praksami ter s sodobnim utripom mesta.

Pri iskanju odgovora na to vprašanje izhajamo iz treh ključnih podmen:

- Krakovske vrtove je potrebno koncipirati kot večdimenzionalen sistem s štirimi izhodiščnimi funkcijami – proizvodno, socialno, izobraževalno, prostorsko –, ki izvirajo iz vrtov kot elementa mestnega kmetijstva;
- Krakovske vrtove je mogoče na gospodarsko smislen način revitalizirati, ne da bi posegli v njihovo zgodovinsko vrednost in podobo. Prav nasprotno, ohranjanje zgodovinske dediščine je v tem primeru pogoj za trajnostno gospodarsko vitalnost sistema;
- Krakovske vrtove je mogoče revitalizirati zgolj na podlagi javno-zasebnega partnerstva, saj so zemljišča v zasebni lasti, njihove funkcije pa omogočajo lokalni skupnosti zagotavljanje storitev, ki pomenijo zadovoljevanje skupnih potreb (socialna funkcija, izobraževalna funkcija).

2 Material in metode dela

V primeru ohranjanja Krakovskih vrtov gre za kompleksen odločitveni sistem z visoko soodvisnostjo med akterji, kar pomeni, da nihče od njih posamezno ne more vpeljati/izpeljati ustrezne izvedbene/izvedljive politike varstva te kakovostne mestne entitete. V takih primerih je mogoče izvedljive algoritme sprememb dosegati le na podlagi participativnega odločanja. Zato smo uporabili metodo participativnega raziskovanja z mnogokratno zanko (Cornwall in Jewkes, 1995; Ansell in Gash, 2008).

Podatke smo pridobili s kvalitativnimi raziskovalnimi metodami (usmerjeni intervju, delavnica) in pa z metodo ankete. Podatke, zbrane z anketo (nagovorjenih je bilo 93 lastnikov,

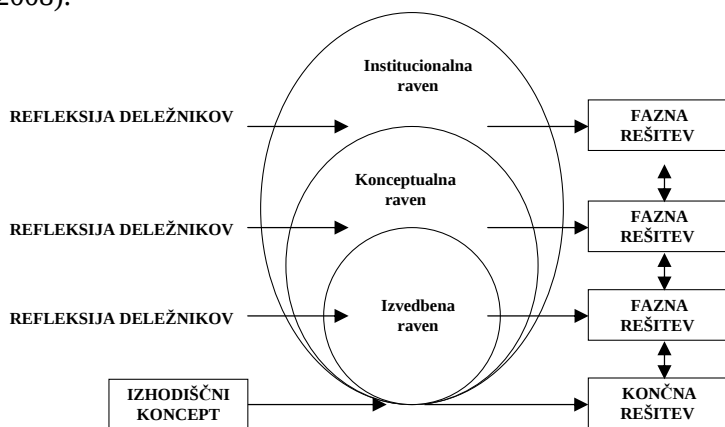
⁶⁰ »Na krakovskih in trnovskih vrteh se spretno prideluje vsakovrstna zelenjava: vse vrste solate, od motovilca in berivke, do trdoglave krhljike (ajsarice), ohrovt, zelje, ohrovtok, razno sočivje, čebula, česen, zelena, peteršilj, redkvica, korenje, pesa, drobnjak, pehtran in drugo. Tu ti je na izber vse, kar potrebuje mestna kuharica za juho in prikuho« (Vrhovnik, 1933) .

odgovarjalo jih je 53% ali 57% nagovorjenih), smo obdelali z metodo razvrščanja v skupine in korespondenčno analizo stališč (Lajovic, 2008).

3 Rezultati z diskusijo

3.1 KONCEPT

Mestno kmetijstvo je opredeljeno kot pridelovanje hrane na območju mesta. Pridelovanje se lahko odvija na dvoriščih, strehah, terasah in balkonih, na komunalnih vrtovih in sadovnjakih ter na javnih zelenicah, ki niso v rabi (FAO, 1996). Pridelujejo se predvsem pridelki, ki ne zahtevajo veliko zemljišč, ki jih je mogoče pridelovati z omejenimi viri in ki so hitro pokvarljivi (zelenjava, jagodičje, zelišča, sadje). Tipične sodobne oblike mestnega kmetijstva v razvitih državah so: tradicionalno vrtičkarstvo, lokalno podprto kmetijstvo in komercialno usmerjeno pridelovanje na majhnih parcelah (SPIN - Small Plot INTensive) (Vadnal in Alič, 2008).

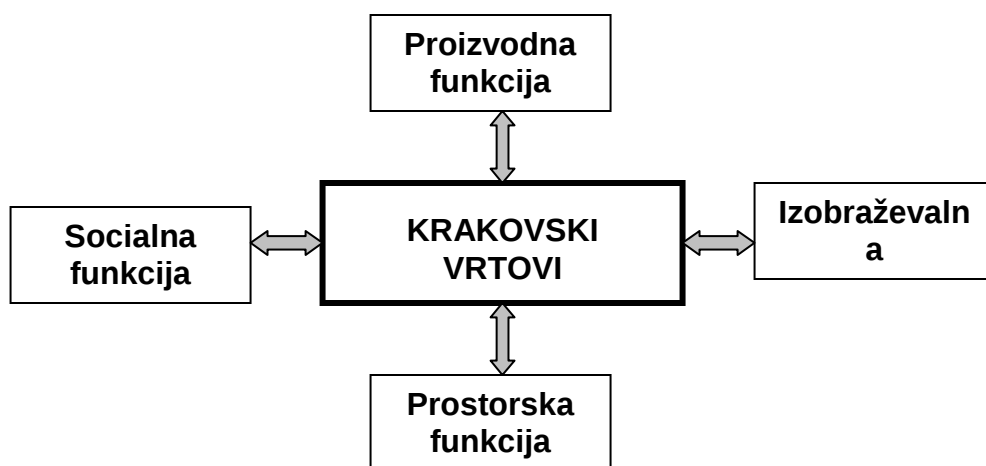


Slika 15: Shema participativnega raziskovanja z mnogokratno zanko.

Mestno kmetijstvo prispeva k trajnostnemu razvoju mest s tem, da (ICSC, 2006):

- zagotavlja produktiven, kreativen, visoko kakovosten odprt prostor,
- omogoča spoznavanje postopkov pridelovanja in s tem povečuje prehransko kompetenco potrošnikov⁶¹,
- daje ljudem priložnost, da se naučijo novih veščin in spretnosti bodisi preko neformalnega bodisi preko formalnega usposabljanja,
- oblikuje možnosti za nova delovna mesta,
- omogoča kreiranje ti. kratkih tržnih poti in s tem povečuje dostop do sveže hrane,
- prispeva k družbeni koheziji preko povezovanja ljudi različnih starosti, izobrazbe in življenjskih razmer in ustvarjanjem dodatne ponudbe del in opravil (aktivnosti) za osebe s posebnimi potrebami.

⁶¹ V razvitih državah je nizka prehranska kompetenca potrošnikov eden od pomembnih vzvodov za naraščajoče zanimanje za mestno kmetijstvo. Potrošniki z nizko prehransko kompetenco so bolj dovzetni za dezorientirano prehransko vedenje. Zato še zdaleč ni dovolj, da rečemo, da so slabe prehranjevalne navade odgovornost vsakega posameznika, povezane z šibkim značajem in pomanjkanjem samokontrole ter discipline. Znanje o pridelavi in ravnanju s hrano je potrebno približati vsakodnevnim situacijam različnih skupin potrošnikov. Učenje o prehranski kompetenci pa mora zajemati ne samo teorijo (uporaba glave) ampak tudi prakso (uporaba rok) in tudi čustev (uporaba srca) (Oltersdorf, 2003).



Slika 16: Funkcije Krakovskih vrtov v kontekstu mestnega kmetijstva

Preglednica 13: Izhodiščne opredelitve funkcij Krakovskih vrtov v kontekstu mestnega kmetijstva

Funkcija	Izhodiščna opredelitev
Proizvodna	Pridelovanje zelenjave na Krakovskih vrtovih omogoča spoznavanje postopkov pridelave in s tem prispeva k večji prehranski kompetenci meščanov, kot tudi oblikovanje ti. kratkih tržnih poti, ki meščanom izboljšajo dostop do sveže hrane. Pridelovalna funkcija vrtov je ključni predpogoj za realizacijo njihovih drugih funkcij.
Socialna	Resolucija o nacionalnem programu socialnega varstva za obdobje 2006-2010 (Ur.l. RS, št. 39/13.4.2006:4190-4209) daje s svojimi cilji (večja socialna vključenost posameznikov in povezanosti slovenske družbe) in ukrepi (razvoj in uvajanje novih modelov in mrež skupnostne skrbi) ustrezen okvir za razvoj socialne funkcije Krakovskih vrtov.
Izobraževalna	Krakovski vrtovi kot izobraževalni poligon ponuja možnosti za nekomercialne oziroma javne izobraževalne programe, kot tudi za komercialne izobraževalne programe. Prvo skupino izobraževalnih programov sestavljajo programi, ki so namenjeni predvsem osveščanju, obveščanju in izobraževanju različnih ciljnih javnosti na področjih, ki so v funkciji povečanja kakovosti življenja meščanov in krepitvi njihove aktivne vloge pri snovanju in izvajanju trajnostne strategije razvoja mesta. Drugo skupino izobraževalnih programov sestavljajo aktivnosti, ki jih izvajajo gospodarske družbe v okviru svojih aktivnosti na področju pospeševanje prodaje.
Prostorska	Krakovske vrtove je mogoče uvrstiti v kategorijo tematskih parkov, saj so s svojo prostorsko umeščenostjo in parcelno organizacijo prepoznavna in tudi normativno zavarovana prostorska entiteta. Krakovski vrtovi sodijo na območje Krakova, ki je vpisano v Register nepremične kulturne dediščine Ministrstva za kulturo pod evid. št. dediščine EŠD 369. Novi prostorski akti Mestne občine Ljubljana sicer ohranjajo »kmetijsko« namembnost Krakovskih vrtov, jih pa ne uvrščajo med tematske parke, čeprav ustrezajo tej kategoriji.

Krakovskim vrtovom je mogoče pripisati vse za mestno kmetijstvo v razvitih državah relevantne funkcije. Na podlagi njihove smiselne kombinacije je mogoče ohraniti tudi njihovo vitalnost.

3.2 SPREJEMLJIVOST KONCEPTA S STRANI LOKALNE SKUPNOSTI IN LASTNIKOV ZEMLJIŠČ

Sprejemljivost s strani lokalne skupnosti. V zvezi s Krakovskimi vrtovi se v lokalni skupnosti kažejo naslednje ključne besede: ohranjanje tradicije, varovanje dediščine, pridelovanje zelenjave, prehranjevanje. Percepcija Krakovskih vrtov je pretežno enodimenzionalna, kar odstopa od multifunkcionalnega pristopa projekta njihove revitalizacije. Koncept revitalizacije se zdi predstavnikom lokalne skupnosti sprejemljiv: ima številne prednosti, pa tudi slabosti (Preglednica 2). Od tod tudi vprašanje, kako ga operacionalizirati. Glede tega je velika skepsa.

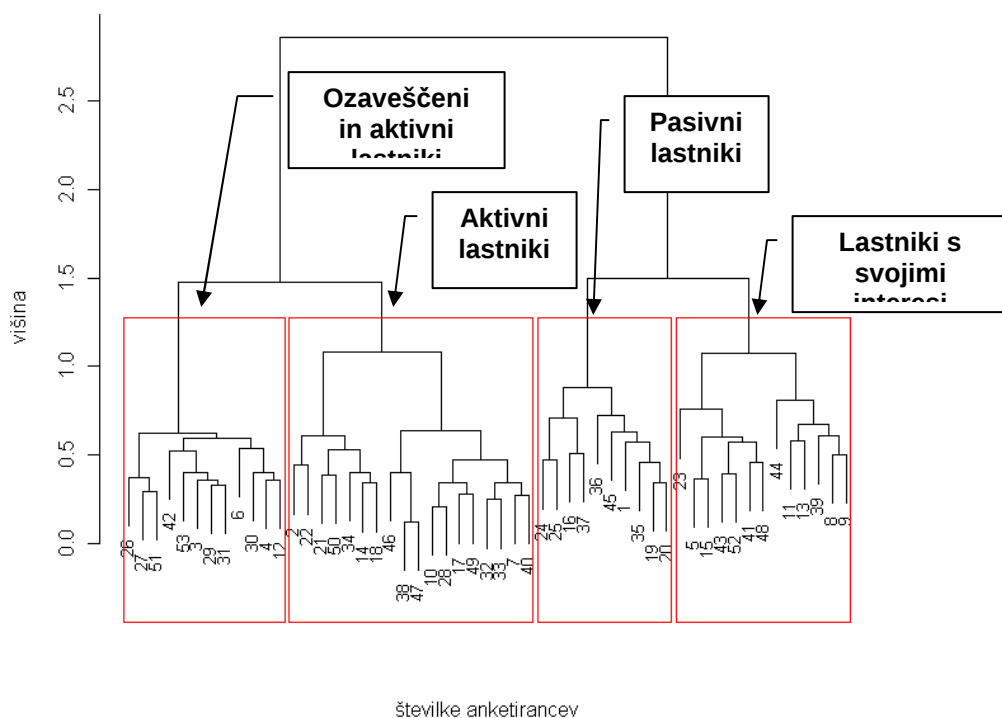
Preglednica 14: Ocena priložnosti in nevarnosti ter prednosti in slabosti, kot jih vidijo predstavniki lokalne skupnosti

Priložnosti	Nevarnosti
• Stanje na področju javnega zavedanja o kulturni in zgodovinski dediščine se izboljšuje. • Pobuda za revitalizacijo Krakovskih vrtov je v skladu z razvojno vizijo Mestne občine Ljubljana, opisane v dokumentu »Ljubljana 2025, Predlog prostorske vizije dolgoročnega razvoja mesta«. • Metode dela mestne uprave so v zadnjem času boljše, mestna uprava postaja malo bolj učinkovita. • Zelo verjetno je, da bi bili Ljubljancani pripravljeni sprejeti zelenjavo s Krakovskih vrtov kot pridelek z dodano vrednostjo. • Zelo verjetno je, da bi bili programi, ki bi vključevali osebe z motnjo v duševnem razvoju, dobrodošli s strani stanovalcev, lastnikov in drugih akterjev na področju Krakovskih vrtov.	• Stanje na področju javnega zavedanja o kulturni in zgodovinski dediščini še ni na ustrezni ravni. • Nesposobnost mestne uprave, da udejanji že obstoječo normativno zaščito Krakovskih vrtov. • Rezultati raziskovalnih nalog s področja Krakova, ki jih je bilo kar nekaj, niso izpeljani do praktičnih rešitev. • Socialni programi, ki bi vključevali marginalizirane skupine ljudi (brezdomce, odvisnike na rehabilitaciji), ne bi bili sprejemljivi za okolje.
Prednosti	Slabosti
• Socialna in izobraževalna funkcija omogočata medgeneracijsko sodelovanje. • Socialna funkcija omogoča razvoj socialnega podjetništva. • Izobraževalna funkcija omogoča šolo zdravega prehranjevanja in šolo dobre vrtičkarske prakse	• Vprašljivost izvajanja pridelovalne funkcije: • teoretično je obnova pridelovanja dobra ideja, praktično pa ne bo šlo • ekonomika je vprašljiva • neprofitno poslovanje: pokrivanje stroškov mora biti zagotovljeno • kakšni so viri prihodkov: od same prodaje ne mogoče živeti • testirati je potrebno Ljubljancane, ali bi sploh kupovali zelenjavo s Krakovskih vrtov (onesnaženost) in ali bi bili pripravljeni za

zelenjavo plačati višjo ceno, ker s tem podprejo vrednote/smotre vrtov.

Sprejemljivost koncepta s strani lastnikov zemljišč. Skupino »ozaveščeni in aktivni lastniki« tvorijo lastniki (23 % anketiranih), ki vrtove »spoštujejo«, se zavedajo njihovega pomena in so, da bi prišlo do sprememb, pripravljeni sprejeti zunanjo intervencijo-pomoč. Skupino »aktivni lastniki« tvorijo lastniki (33 % anketiranih), ki v vrtovih ne zaznajo neke posebne vrednosti, vendar si želijo, da bi prišlo do sprememb in so pripravljeni sprejeti zunanjo intervencijo-pomoč. Skupino »pasivni lastniki« tvorijo lastniki (19 % anketiranih), ki v vrtovih ne zaznajo neke posebne vrednosti in si ne želijo sprememb oziroma zunanje intervencije-pomoči. Skupino »lastniki s svojimi interesi« tvorijo lastniki (25 % anketiranih), ki vrtove »spoštujejo«, se zavedajo njihovega pomena, vendar si ne želijo sprememb oziroma zunanje intervencije-pomoči.

Diagram razvrstitve v skupine



Slika 17: Razvrstitveno drevo lastnikov glede na njihov odnos do vrtov

Predvidenim oziroma možnim socialnim oziroma izobraževalnim funkcijam vrtov pa niso nenaklonjeni, pa tudi prav naklonjeni ne (Preglednica 3). Javno-zasebnemu partnerstvu, ki je predpogoj za izvedbo postavljenega koncepta, so izrazito nenaklonjeni »ozaveščeni in aktivni lastniki« ter »aktivni lastniki«. Pri drugih dveh skupinah je naklonjenost javno zasebnemu partnerstvu nekoliko večja. Pri tem je v skupini »lastnikov s svojimi interesi« delež naklonjenih javno-zasebnemu partnerstvu enak deležu takemu partnerju nenaklonjenih. V obeh teh dveh skupinah je približno četrtina lastnikov, ki so glede vstopa v javno zasebno partnerstvo neodločeni.

Na delavnici z lastniki, ki smo jo izvedli po anketi in pri kateri so sodelovali ti. aktivni lastniki, so le-ti menili, da je vrtovi imajo prihodnost le v primeru holističnega razvojnega pristopa. Strinjali so se z ugotovitvijo, da sistema Krakovskih vrtov, ki je zaščiten, ni več oziroma, da javni interes, ki je podlaga tej zaščiti, ni ustrezno institucionalno in razvojno smiselno servisiran, zasebni interesi oziroma lastniki pa se čutijo odrinjene od odločitvenih procesov.

Preglednica 15: Sestava anketiranih po stopnji strinjanja s trditvami v odstotkih (%; vsi =100)

	Sploh se ne strinja	Se ne strinja	Neodločen	Se strinja	Se zelo strinja
Krakovske vrtove bi lahko uporabili kot šolo zdravega prehranjevanja za meščane.	20,8	22,6	15,1	20,8	20,8
Krakovske vrtove bi lahko obdelovali meščani s posebnimi potrebami (z motnjo v duševnem razvoju, dolgotrajno brezposelni itd.).	17,0	3,8	20,8	22,6	35,8
Na Krakovskih vrtovih bi lahko uredili šolske vrtove za ljubljanske otroke.	13,2	13,2	18,9	18,9	35,8
Krakovski vrtovi bi morali služiti meščanom Ljubljane.	11,3	15,1	30,2	22,6	20,8

4 Sklepi

Primer Krakovskih vrtov je v bistvu ekstremen, saj gradi na novih konceptih, in sicer večnamenskega in mestnega kmetijstva ter skupnostne skrbi za marginalizirane družbene skupine, ki pri nas še niso niti dovolj poznani niti uporabljeni in tudi ne ustrezno kritično ovrednoteni. Po drugi strani pa študij tega primera prispeva k oblikovanju metodološkega okvirja za oblikovanje izvedbenih in izvedljivih politik na področju varovanja kakovostnih prostorskih obrazcev, ki so se oblikovali v razmerah tradicionalnega kmetovanja, danes pa oblikujejo polje konfliktnosti, saj ne ustrezajo več sodobnim agronomskim praksam. Kmetijsko politični ukrepi na tem področju izhajajo iz podmene, da je ti. kulturna krajina pozitivna eksternalija kmetovanja in po svoji naravi čista javna dobrina. Njen dobavitelj zato po načelu »dobavitelj dobi«¹ participira v javnih sredstvih na podlagi javne odločitve (subvencije) Na ta način je vsekakor mogoče zmanjšati polje konfliktnosti, ni pa ga mogoče v celoti odpraviti. Obravnavani primer kaže, da je v takih situacijah smiselno, da upravljanje s konflikti podpremo z interdisciplinarnimi raziskovalnimi pristopi (agronomija, krajinska arhitektura, sociologija, psihologija, kulturologija, ekonomika) in z metodološkim okvirom akcijskega participativnega raziskovanja, kjer je mogoče kombinirati tako kvalitativne kot tudi kvantitativne metode raziskovanja.

5 Literatura

- Ansall, C., Gash, A. 2008. Journal of public administration research and theory 18(4): 543-57
- Cornwall, A., Jewkes, R. 1995. What is participatory research? SocialScience&Medicine 41(12): 1667-1676
- FAO. 1996. The State of Food and Agriculture 1996. Rome, FAO: 43-44
- ICSC. 2006. International Centre for Sustainable Cities. <http://www.icsc.ca> (21.4.2006)
- Lajovic, J. 2008. Revitalizacija Krakovskih vrtov na podlagi javno zasebnega partnerstva. Preliminarna razširjena analiza anketnih podatkov. Interno gradivo: 6 s.

MOL. 2008. Prostorski plan MOL.

http://www.ljubljana.si/si/mescani/urbanizem/prostorski_plan/prostorska_zasnova/default.html
(20.10.2008)

Oltersdorf, U. 2003. Impact of nutrition behaviour research on nutrition programmes and nutrition policy, *Appetite*, 41, 3: 239-244

Odlok o razglasitvi Krakove in Eipprove ulice za kulturni in zgodovinski spomenik – UL RS 42/1986

Vadnal, K., Alič, V. 2008. Mestno kmetijstvo - oblike in izkušnje. *Acta agriculturae Slovenica* 91(1): 191-212

Vrhovnik, I. 1933. Trnovska župnija v Ljubljani. Faksimile izdaje iz leta 1933. Akademska založba. Trnovska župnija. Ljubljana 1991

Stališča kmetov ter kmetijskih svetovalcev do Slovenskega kmetijsko okoljskega programa

Marjana PUST VUČAJNK⁶², Andrej UDOVČ⁶³

Izvleček

Prispevek podaja rezultate analize stališč kmetov ter kmetijskih svetovalcev do Slovenskega kmetijsko okoljskega programa (SKOP) na izbranih kmetijah. Za potrebe analize sta bili opravljeni anketi za izbrano skupino kmetij in anketa za kmetijske svetovalce, del podatkov pa smo pridobili iz Agencije za kmetijske trge in razvoj podeželja. Odgovore iz anket smo analizirali s pomočjo metod opisne statistike in hi kvadrat testa, ter jih primerjali s podatki iz že obstoječih podobnih raziskav v Sloveniji in drugod. Rezultati kažejo, da kmetje v veliko večji meri kot kmetijski svetovalci za razlog vključitve navajajo skrb za varovanje okolja. Z možnostmi izvajanja pravil SKOP je zadovoljna le slaba četrtnina vprašanih kmetov. Drugi ocenjujejo, da so vstopni pogoji za SKOP program prezahtevni ali da pogoji niso razumljivi in da so kmetovalci premalo obveščeni. Težave povzročajo tudi vsakoletne spremembe in novosti pri izpolnjevanju subvencijskih vlog.

Ključne besede: Slovenski kmetijsko okoljski program, kmetje, kmetijski svetovalci

Positions of farmers and agricultural advisors towards the Slovenian Agri-environmental programme

Abstract

The paper presents the results of the analysis of the positions of farmers and agricultural advisors towards Slovenian Agri-environmental programme (SAEP) on selected farms. For the needs of the analysis two surveys were conducted within the chosen sample of agricultural holdings and a survey dedicated to agricultural advisors. Additional data was provided by courtesy of the Agency of the Republic of Slovenia for agricultural markets and rural development. The descriptive statistics methods and chi-square test were applied in the analysis of results, which were, furthermore, compared with the data from other similar studies conducted in Slovenia or abroad. In comparison with the agricultural advisors, a much larger number of farm managers stated environmental protection as the main reason to participate in the programme. Only slightly less than a quarter of farm managers included in the survey showed satisfaction with the possibility of implementing the SAEP regulations. Another source of inconvenience occurring on a yearly basis has been the reformed and renewed process of applying for a subsidy.

Key words: Slovenian agri-environmental programme, farmers, agricultural advisors

1 Uvod

Da bi spodbudili kmetovalce za prehod od uveljavljenih konvencionalnih oblik gospodarjenja na okolju bolj prijazne načine kmetovanja, je Vlada Republike Slovenije v letu 2001 sprejela prvi Slovenski kmetijsko okoljski program (SKOP), ki ni bilo ozko proizvodno usmerjen, ampak je upošteval tudi ekološke, socialne in prostorsko poselitvene vidike podeželja. V letu 2004 je bil sprejet Program razvoja podeželja za Republiko Slovenijo 2004 – 2006 (2004) (PRP 2004 – 2006), katerega sestavni del so poleg ukrepov za območja z omejenimi

⁶² Mag., Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja, Dunajska 160, 1000 Ljubljana, e-pošta: marjana.pust-vucajnk@gov.si

⁶³ Dr., izr. prof., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.udovc@bf.uni-lj.si

možnostmi za kmetijsko dejavnost (OMD), ukrepa zgodnje upokojevanje in ukrepov za podporo izvajanju evropskih standardov na kmetijskih gospodarstvih tudi ukrepi SKOP-a. Ukrepi SKOP iz PRP 2004 – 2006, za katere je bila v letih 2004, 2005 ali 2006 sklenjena petletna obveznost, se izvajajo tudi v letih 2007 in 2008 oziroma do konca obveznosti. V letu 2007 so se vlagatelji lahko odločili, da vstopijo v Kmetijsko okoljski program (KOP), ki ga določa Program razvoja podeželja za Republiko Slovenijo 2007 – 2013 (2007) (PRP 2007 – 2013) in tako prevzeli novo obveznost za 5 let. Vlagatelji, ki so bili v prejšnjih letih vključeni v SKOP, so lahko svoje obveznosti iz programa SKOP nadomestili s programom KOP. Tako se v letih 2007 do 2010 kmetijsko- okoljski ukrepi v Sloveniji izvajajo po dveh programih: SKOP ali KOP. V letu 2007 je zahtevke za ukrepe SKOP prijavilo 7905 kmetijskih gospodarstev, zahtevke za KOP pa 18 949 kmetijskih gospodarstev (Podatki o KOP in ..., 2008).

Glavni namen kmetijsko-okoljske politike je spremeniti obnašanje kmetov z ekonomskimi spodbudami (omogočiti ustrezno ravnovesje med proizvodnjo hrane in vlaken ter med produkcijo dobrin za okolje). Ukrepi temeljijo na kontroli proizvodov (obtežba oziroma intenzivnost živinoreje), kontroli vložkov (omejitev ali prepoved umetnih gnojil, pesticidov in drugih kontaminantov), premijah za proizvodnjo (plačila za žive meje, kamnite ograje ...) ali pa so kombinacija le teh. Za plačila iz naslova ukrepov okoljske politike je treba skleniti individualno pogodbo kmetovalca z državo (van Huylbroeck in Whitby, 1999).

Z raziskavo smo želeli ugotoviti, kaj kmete privede do odločitve za izvajanje okolju prijaznega kmetovanja, ki vse bolj pridobiva na pomenu. Pri tem že zaradi vsebine programa ne moremo upoštevati samo načel maksimiranja dohodka, ampak tudi psihološke dejavnike, prepričanja in prioritete. Pri tem smo želeli preveriti ali obstajajo razlike med pogledi kmetov in kmetijskih svetovalcev.

2 Material in metode dela

Raziskava temelji na podatkih, pridobljenih z izpisi na ARSKTRP, na podatkih iz opravljenih anket kmetijskih gospodarstev ter iz anket kmetijskih svetovalcev. Za anketiranje kmetijskih gospodarstev smo izbrali vse kmetije, ki so imele v letu 2004 ali 2005 na kraju samem ugotovljeno vsaj eno nepravilnost glede izvajanja ukrepa/ukrepov SKOP. Za anketiranje takšnih kmetij, smo se odločili predvsem zaradi želje po informacijah o možnostih in težavah pri izvajanju programa SKOP.

Poudariti moramo, da so v anketi za kmetijska gospodarstva kmetje odgovarjali za svojo lastno kmetijo. Pri anketi za kmetijske svetovalce pa so kmetijski svetovalci odgovarjali po občutku, brez evidenc.

Kmetijska gospodarstva smo z anketo povprašali o usmerjenosti, statusu gospodarja kmetije, starosti in izobrazbi člana kmetije, ki skrbi za izpolnjevanje subvencijskih vlog, razlogih vključitve v SKOP, virih informacij o SKOP-u in o možnostih izvajanja pravil SKOP-a. Poštna anketa kmetijskih gospodarstev je bila izvedena v decembru 2005, in sicer smo anketo poslali na 429 izbranih kmetijskih gospodarstev, ki so oddala zahtevke za ukrepe SKOP-a. Na anketo za kmetijska gospodarstva je odgovorilo 194 kmetov, kar pomeni 45,33 %.

Podobna vprašanja kot v anketi za kmetijska gospodarstva smo zastavili tudi kmetijskim svetovalcem, ki delajo pod okriljem Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije (KGZS) in vlagateljem pomagajo pri izpolnjevanju vlog za subvencije v kmetijstvu oziroma jim svetujejo. Ankete so bile kmetijskim svetovalcem poslane v sredini februarja 2006.

Anketne vprašalnike so razpošiljali na Kmetijski svetovalni službi (KSS), pri čemer so bili naprošeni, da jo posredujejo vsem terenskim svetovalcem. Zato ni podatka, kolikim

kmetijskim svetovalcem so bile ankete posredovane. Na poslano anketo je odgovoril 101 kmetijski svetovalci iz KGZS.

Analize rezultatov iz izpisov ARSKTRP in anket smo izvedli s pomočjo metod opisne statistike (vsota, frekvenčna porazdelitev, deleži) in hi kvadrat testa. Primerjave podatkov iz anket za izbrana kmetijska gospodarstva in iz anket za kmetijske svetovalce smo opravili z računalniškim programom za analizo podatkov SPSS (Statistical Package for Social Sciences).

3 Rezultati z diskusijo

Rezultati analize anket so pokazali, da imajo z anketo izbrani kmetje in kmetijski svetovalci različna mnenja zlasti o razlogih za vključitev v SKOP program, virih informacij o SKOP programu in možnostih izvajanja pravil SKOP. Pokazale so se tudi razlike glede statusa gospodarjev kmetij, ki so vključeni v SKOP. Pri usmerjenosti, starosti, in izobrazbi razlike med odgovori izbranih kmetov in kmetijskih svetovalcev niso opazne. Hipotezo, da med odgovori izbranih kmetov in kmetijskih svetovalcev ne bo razlik, lahko tako deloma potrdimo in deloma zavrnemo.

Wilson (1997) navaja, da je 69 % anketiranih v raziskavi, ki si jo izvedli v Angliji, kot prvi razlog za pristop navedlo finančne razloge, samo 6 % pa razlog ohranjanja okolja. Podoben delež so za SKOP program ocenili kmetijski svetovalci, saj se je po njihovem mnenju zaradi plačil za SKOP odločilo 78,2 % kmetov, zaradi ohranjanja okolja pa le 8,9 %. Glede na odgovore kmetov pa se jih je 45,4 % odločilo za SKOP zaradi plačil in 33,5 % zaradi varovanja okolja, kar lahko kaže na večje zavedanje slovenskih kmetov o tej problematiki. Koristno bi bilo raziskati ali kmetje »leporečijo« ali pa se kmetijski svetovalci (še) ne ukvarjajo s tem vidikom. Tudi izjava enega od vlagateljev, da se je za SKOP odločil: »*Ker zemlja zahteva kolobar.*« lahko pomeni zavedanje kmeta o pomenu naravi prijaznih tehnoloških ukrepov in da SKOP program dejansko predstavlja praktično izvajanje sonaravnega kmetovanja.

Da je glavni razlog za vključitev prejem subvencij, je odgovorilo 45,4 % kmetov, kar je dokaj pričakovan odstotek, pri kmetijskih svetovalcih pa je 78,2 % precej visoka ocena tega razloga za vključitev. Predpostavljamo, da se s ponujenimi plačili kmetijsko-okoljski ukrepi dejansko izvajajo, izvajanje zahtev pri posameznih ukrepih pa se sicer preverja tudi na kraju samem.

Podobne rezultate, kot jih navaja Wilson (1997) ali pa kmetijski svetovalci v Sloveniji, zasledimo tudi pri nekaterih drugih raziskavah, saj je prvi motiv za vstop v kmetijsko-okoljske programe po van Huylenbroeck in Whitby (1999) ekonomski (dobiček), drugi pa je spet ekonomski — v smislu zmanjševanja stroškov zaradi zmanjševanja vložkov. Tudi iz njune raziskave je razvidno, da je razlog ohranitve in izboljšana okolja pri kmetih manj prisoten.

Da bi kmetovali enako tudi brez tega programa oziroma so na sonaraven način kmetovali že tudi pred vključitvijo v SKOP navaja 10,9 % kmetijskih svetovalcev in 4,6 % kmetov. Wilson (1997) navaja, da želijo kmetje potegniti maksimalne pozitivne učinke tega programa in hkrati narediti minimalne spremembe za vstop v ta program, saj se je v njegovi raziskavi pokazalo z izjavo kar 61 % anketiranih, da spremembe na njihovi kmetiji niso potrebne. Anketirani slovenski kmetje so takšno stališče pokazali v veliko manjšem odstotku, vendar je treba poudariti, da je po mnenju kmetov in kmetijskih svetovalcev glavni razlog za pristop v SKOP program prejem dodatnih subvencij.

Za razmislek o višini plačil za ukrepe SKOP nam je lahko naslednja izjava kmeta: »*Vlagamo zaradi pomoči kmetijstvu, saj smo zadolženi zaradi popotresne obnove*«, ki lahko pomeni, da

se kmetje nadejajo pomoči države oziroma celo dobička, ne zavedajo pa se svojih obveznosti, saj smo anketirali samo kmetijska gospodarstva, ki so imela na kraju samem odkrito vsaj eno nepravilnost pri izvajanju ukrepov SKOP. Eden od anketiranih kmetov je navedel, da je razlog vstopa v SKOP program prejem subvencij, čeprav so zavrnjene. Navedena izjava lahko kaže na to, da kmetje enostavno poskusijo in na subvencijski vlogi uveljavljajo zahtevke za SKOP, obveznosti pa ne izpolnjujejo ali pa se jih ne zavedajo.

Po Wilsonu (1997) je odločitev za pristop v kmetijsko-okoljske programe bolj kot od ponujene pridobitve sredstev odvisna od prisotnosti ustreznih habitatov na kmetiji. Tako bi zaradi cilja širitve izvajanja kmetijsko-okoljskih ukrepov tudi za v Sloveniji lahko začeli z bolj ciljno usmerjenim informiranjem o teh programih zlasti za kmetijska gospodarstva, ki imajo za ta program primerne habitate (npr. za ukrepe košnja grbinastih travnikov, prestrukturiranje reje domačih živali v območju pojavljanja velikih zveri, ohranjanje travniških habitatov). Pri tem pa je potrebno paziti, da iz informacij ne bodo izključene kmetije z manjšimi površinami ustreznih habitatov, kar je negativna izkušnja v programu za ekološko občutljiva območja v Veliki Britaniji.

3.1 VIRI INFORMACIJ O PROGRAMU SKOP

Wilson (1997) navaja, da je pomanjkanje informacij lahko kritični dejavnik, ki vpliva na pristop v kmetijsko-okoljski program in zmanjšuje pomen samega programa. Glede na primerjavo odgovorov iz opravljenih anket se kmetje veliko bolj kot svetovalci zavedajo pomena lastnega interesa (kmetje 41,2%, kmetijski svetovalci 9,9%). Navedeni rezultati kažejo na zavedanje kmetov o lastni odgovornosti oziroma nujnosti, da se sami informirajo o ukrepih in zahtevah SKOP-a. Tako kmetje kot kmetijski svetovalci medijem in drugim kmetom pripisujejo relativno majhen pomen (6,2% pri kmetih, 3,0% pri kmetijskih svetovalcih). Kmetje so navajali tudi nekatere druge vire informacij o SKOP programu, npr. ARSKTRP in pa kombinacijo vseh navedenih virov. Rezultati so podobni kot v raziskavi po Wilsonu (1997), ki navaja, da noben od glavnih virov informiranja (radio, TV, kmetijske publikacije in kmetijske prireditve) nima statistično značilnega vpliva na pristop v program za ekološko občutljiva območja.

Velikega pomena KSS za ukrepe SKOP niso navedli samo kmetijski svetovalci. Takšno mnenje imajo kmetijski svetovalci o javni službi, na kateri so zaposleni, pa tudi kmetje kot uporabniki njihovih storitev. Odstotek odgovorov o KSS kot glavnem viru informacij o SKOP je po odgovorih kmetov (47,4%) precej nižji kot po odgovorih kmetijskih svetovalcev (86,1%), svetovanje kmetom pa je primarna naloga KSS.

Wilson (1997) tudi navaja, da se morajo pristojne institucije zavedati, da bi napačne informacije ob začetku programa zelo zmanjšale pristop. S to navedbo lahko povežemo tudi kar 41,2% odgovorov kmetov, ki menijo, da je za pridobivanje informacij potreben lastni interes, saj se kmetje sami po premisleku odločijo, ali je program zanje primeren ali ne. V program vsekakor ne smejo biti prisiljeni, na kar opozarja tudi Morris in sod. (2000). Po navedbah Dolesove (2005) je na območju Notranjske pomoč pri izpolnjevanju vlog za subvencije na KSS poiskala le polovica vlagateljev, kar je bilo najbrž povezano s tem, da je za svetovanje in izpolnjevanje vlog na KSS bilo potrebno plačati določeno vsoto denarja, čeprav to niso visoki zneski v primerjavi z zneskom, ki bi ga lahko dobili ob popolnoma pravilno izpolnjenih vlogi. Omenjena navedba je lahko znak slabe obveščenosti kmetov, ki niso izkoristili možnosti, ki jim je bila ponujena s strani KSS.

Slovenski kmetje se močno zavedajo pomena lastnega interesa za pridobivanje informacij o SKOP programu, glede na relativno veliko število ugotovljenih nepravilnosti in izjav o premajhni obveščenosti pa je potrebno sistem obveščanja o kmetijsko-okoljskih programih še

izboljšati. Morris (2004) npr. navaja tudi, da je potrebno navesti seznam in časovni urnik za delovna opravila pri posameznih kmetijsko-okoljskih programih, kar bi za kmete v SKOP programu pomenilo zelo koristne informacije.

3.2 MOŽNOSTI IZVAJANJA PRAVIL SKOP NA KMETIJSKEM GOSPODARSTVU

Z možnostmi izvajanja pravil SKOP je zadovoljna le četrtina anketiranih kmetov (24,2%), in 30,7% anketiranih kmetijskih svetovalcev. Odgovori na to vprašanje kažejo, da bo potrebno razmisliti o ustreznosti programa za naše razmere, saj je SKOP program napisan po vzorih iz nekaterih starih članic držav EU. Pogoji so za kmete pogosto prezahtevni, niso dovolj razumljivi in kmetovalci so premalo obveščeni. Z navedenim odgovorom se je pokazal velik pomen izobraževanja za program SKOP. Odlog potrebnega izobraževanja za leto vstopa (kar se je zgodilo v letu 2004) se ni izkazal za dobro rešitev. Izobraževanje in natančna seznanitev s pogoji je nujno potrebno že pred vstopom s SKOP program oziroma najkasneje v letu vstopa v SKOP program. Avtorji, ki so se že ukvarjali z vprašanji o informiranju o kmetijsko-okoljskih ukrepih, navajajo, da so za izboljšanje učinkov kmetijsko-okoljske politike potrebni poskusi, demonstracije, predstavitve in promocije ter izobraževanja (Huylenbroeck in Whitby, 1999; Tajnšek, 2006). Huylenbroeck in Whitby navajata, da se kmetje tudi drugod pogosto pritožujejo, da so sheme okoljskih programov premalo fleksibilne in da imajo kmetije svoje specifične pogoje, ki jih je težko prilagoditi potrebam izvajanja kmetijsko-okoljskih programov.

Glede na rezultate raziskave, ki jo je opravil Wilson (1997), se o programu za okoljsko občutljiva območja v Veliki Britaniji 70% kmetov počuti zadostno informirane, bolj informirane pa se počutijo kmetje, ki so že drugič v petletnem programu. Pri Wilsonovi raziskavi so anketirali slabo polovico pristopnikov in dobro polovico nepristopnikov. Iz naše ankete vidimo, da pomanjkanje informacij občuti 31,4% kmetov, ki so prijavljali zahtevke za SKOP program. Če bi anketirali tudi slovenske kmete, ki niso prijavljali zahtevkov za SKOP program, bi bil ta odstotek odgovorov, da so kmetje premalo obveščeni, verjetno še veliko višji.

Dolesova (2005) navaja, da je glavni razlog, zaradi katerega se vlagatelj zbirnih vlog na Notranjskem ne odločajo za SKOP program, nepoznavanje pogojev in strah pred sprejetjem 5-letne obveznosti izpolnjevanja pogojev. Eden od kmetov je v anketi navedel, da vsako leto pride inšpekcija in poišče iglo v senu, da ostane brez subvencije. Postavlja se vprašanje, koliko je to sploh kritika kontrolnih služb, saj gre v teh primerih lahko za slabo informiranost o zahtevah programa SKOP. O tem govori tudi naslednja izjava: *»Določenih stvari na predavanjih nihče ne pove, ampak jih izvemo šele od inšpekcijskih služb oziroma od kontrolorjev za SKOP ukrep integrirano poljedelstvo«*.

Visok odstotek anketiranih kmetov (38,7%) in kmetijskih svetovalcev (29,7%) meni, da so vstopni pogoji za SKOP program prezahtevni, kar je lahko znak slabe prilagodljivosti samega kmetijstva, saj proizvodnje ni mogoče prilagoditi kar čez noč. Večji odstotek tega odgovora pri kmetih nam lahko pove, da ta problem močneje občutijo kmetje kot kmetijski svetovalci, saj so kmetje tisti, ki izpolnjujejo pogoje ali pa jih zaradi zahtevnosti programa ne morejo.

Tudi odgovor »drugo« je glede možnosti izpolnjevanja pravil SKOP pri kmetih in pri kmetijskih svetovalcih izbralo nekaj anketirancev. Oboji so navedli spreminjanje pogojev in razmer ter zahtevnost administrativnih postopkov in vodenja evidenc. Zanimiv je odgovor, da je prihodnost slovenskega kmetijstva z vstopom v EU precej nejasna, večja vlaganja pa tvegana. S takšnim odgovorom se je pokazalo zavedanje vpetosti slovenskega kmetijstva v skupno evropsko kmetijsko politiko. O delu institucij so se pokazala precej različna mnenja

kmetov. Eden od anketirancev je navedel, da noče več imeti opravka z ARSKTRP, noče subvencij, bo pa kmetoval po programu SKOP. Takšni odgovori lahko kažejo na resnično zahtevnost samih postopkov oziroma na veliko birokracije ter nezadovoljstvo z delom ARSKTRP. Vseeno pa se temu anketirancu sam program SKOP zdi dober, sicer ga ne bi izvajal. Škoda, ker nezadovoljstva z delom ARSKTRP ni bolj konkretiziral, saj bi to lahko pripomoglo k izboljšanju dela na omenjeni instituciji.

Nekatere (navedene) dodatne izjave, ki so jih na anketne liste pripisali na izbranih kmetijah, kažejo na kompleksnost izvajanja ukrepov SKOP. K razpravi o kompleksnosti izvajanja ukrepov SKOP pa navajamo še izjavo enega od anketiranih kmetov: *»Treba se je malo potruditi, pa gre«*.

4 Sklepi

Analiza je pokazala, da se za SKOP kmetje najpogosteje odločajo zaradi prejema dodatnih subvencij, vendar pa kmetje v veliko večji meri kot kmetijski svetovalci za razlog vključitve v SKOP navajajo skrb za varovanje okolja.

Večina kmetijskih svetovalcev ocenjuje, da je KSS glavni vir informacij za SKOP program, s strani kmetov pa je takšnih odgovorov za polovico manj. Za anketo izbrani kmetje se veliko bolj kot kmetijski svetovalci zavedajo pomena lastnega interesa.

Z možnostmi izvajanja pravil SKOP je zadovoljna le četrtina anketiranih kmetov (24,2%) in nekaj več kmetijskih svetovalcev (30,7%), drugi ocenjujejo, da so vstopni pogoji za SKOP program prezahtevni ali da pogoji niso razumljivi in da so kmetovalci premalo obveščeni. Najpogostejši vzroki za napake pri izvajanju SKOP in posledično manjše izplačilo/zavrnitev izplačila so po mnenju kmetijskih svetovalcev vsakoletne spremembe in novosti pri izpolnjevanju subvencijskih vlog (44,5%), polovico manj jih navaja zahtevnost pogojev SKOP.

Za natančnejšo osvetlitev dinamike odločanja za kmetijsko okoljske programe so potrebne obsežnejše raziskave populacije kmetov in preučitev ali je s takšno populacijo možno izpolniti cilje kakovostnega izvajanja in širitve kmetijsko-okoljskih ukrepov. Potrebne so tudi nadaljnje raziskave o vplivih na okolje ter kot odgovor na spremembe v kmetijstvu (na primer podnebne spremembe) tudi raziskave o morebitnem uvajanju novih ukrepov. Na podlagi opravljene raziskave lahko le nakažemo nekaj smernic, ki lahko prispevajo k izboljšanju mehanizmov izvajanja kmetijsko-okoljskih programov v dobro izplačil za vlagatelje in v korist varovanja okolja. Te smernice so: vzpostavitev sistem za vlaganje zahtevkov, ki se ne bo spreminjal vsako leto, izboljšanje informiranja kmetov in vseh sodelujočih ter osveščanje javnosti o pomenu kmetijsko-okoljskih programov.

5 Literatura

- Doles, M. 2005. Problematika uveljavitve ukrepov Slovenskega kmetijsko okoljskega programa na Notranjskem. Dipl. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 53 s.
- Morris, J., Mills, J., Crawford, I. M. 2000. Promoting farmer uptake of agri-environment schemes: the countryside stewardship arable options scheme. *Land Use Policy*, 17, 3: 241–254
- Morris, J. 2004. Network of agri-environmental implementation: a case study of England's countryside stewardship scheme. *Land Use Policy*, 21, 2: 177–191
- Podatki o KOP in SKOP programu. 2008. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za kmetijske trge in razvoj podeželja (izpis iz baze podatkov, 9.1.2008)
- Program razvoja podeželja za Republiko Slovenijo 2004 – 2006. Ur. l. RS, št. 116 - 4783/04
- Program razvoja podeželja za Republiko Slovenijo 2007 – 2013. 2007. Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 321 s. (potrjen s strani Evropske komisije 24. 7. 2007)

- Tajnšek, A. 2006. Landwirtsstrategie zu Handeln nach Regeln der Nitratdirektive: Reichen die bisherigen Fachrichtlinien? *Acta agriculturae Slovenica*, 87(1): 79-91
- Van Huylbroeck, G., Whitby, M. 1999. Countryside stewardship: farmers, policies and markets. Oxford, Pergamon: 232 s.
- Wilson, G. A. 1997. Factors influencing farmer participation in the environmentally sensitive areas scheme. *Journal of Environmental Management*, 50: 67–93

Pridelava zelenjave na plavajočem sistemu

Marijana JAKŠE⁶⁴, Nina KACJAN MARŠIČ⁶⁵

Izvleček

V referatu so predstavljeni 3 poskusi, izvedeni leta 2007, na plavajočem sistemu. Gre za enostaven hidroponski sistem gojenja vrtnin, predvsem iz skupine solatnic, kjer rastline s pomočjo stiropornih plošč plavajo na vodi oz. na hranilni raztopini, korenine pa so v njej. Pri 1. in 2. poskusu smo januarja posejali motovilec in rukvico v stiroporne gojitvene plošče s 84 in 160 vdolbinami, napolnjenimi z inertnimi substrati (perlit, glinopor, vermikulit in kosmiči kamene volne) in v šoto, kot kontrolo. Pri 3. poskusu pa smo maja posadili več sort solate v kameno volno in jih gojili v hranilnih raztopinah z različnim razmerjem N:P:K hranil - 12:12:36; 18:18:18 in 13:40:13. Koncentracija dušika je bila povsod enaka. Pri motovilcu in rukvici so se bolje obnesle stiroporne plošče s 160 vdolbinami in gostoto posevka 1900 semen/m² od plošč s 84 vdolbinami in gostoto posevka 1500 semen/m². Rastline so se hitreje razvijale v plavajočem sistemu, kjer je bil povprečni pridelek motovilca 1,8-2,4 kg/m², navadne rukvice pa 1,1-1,5 kg/m². Pridelek gojen v šoti in 1-krat tedensko dognojevan, je bil značilno manjši: pri motovilcu 0,7 kg/m² in pri rukvici 0,8 kg/m². Motovilec in rukvica sta imela večji odstotek sušine pri gojenju v šoti, v primerjavi z gojenjem na plavajočem sistemu. Pri gojenju različnih sort solat smo ugotovili, da so imele solate, gojene v raztopini z večjo koncentracijo K₂O, daljše in težje korenine, medtem ko so bile solate najmanjše pri gojenju v raztopini z več fosforja. V povprečju smo pridelali na plavajočem sistemu 8,2 kg/m² zelene mase.

Ključne besede: plavajoči sistem, motovilec, rukvica, solata, inertni substrati, šota

Vegetable production on a floating sistem

Abstract

Three trials that were performed in 2007 on a floating system, are presented. Floating system is a low-cost hydroponic technology, suitable for growing leafy vegetables. On floating system, the plants are cultivated on polystyrene trays, floating on a bed of stagnant nutrient solution. In the first and second trial, corn salad and rocket were sown in January in plug trays with 84 and 160 cells. In trays with 84 cells, 3 seeds were sown in every cell (1500 seeds/m²) and in trays with 160 cells, 2 seeds per cell (1900 seeds/m²). Used substrates were perlite, vermiculite, rock wool, expanded clay substrate and peat, as a control. The third trial was about growing different varieties of lettuce in three different nutrient solutions: 12:12:36; 18:18:18 and 13:40:13. The concentration of nitrogen was equal in all solutions. The germination and yield of corn salad and rocket was better in trays with small cells (160). The development of plants was faster on the floating system were the average yield of corn salad was between 1.8-2.4 kg/m² and of rocket 1.1-1.5 kg/m². The yield of plants grown in peat and weekly fertilized, was significantly lower: corn salad 0.7 kg/m² and rocket 0.8 kg/m². The dry matter content of corn salad and rocket, grown in peat substrate was higher in comparison of plants grown on a floating system. The trial with different varieties of lettuce showed us, that plants grown in nutrient solution with more potassium had longer and heavier roots. The smallest yield was achieved with lettuce grown in nutrient solution with more phosphorus. On average, 8.2 kg/m² of lettuce was produced on a floating system.

Key words: floating system, corn salad, rocket, lettuce, inert substrates, peat

⁶⁴ Izr. prof., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, e-pošta: marijana.jakse@bf.uni-lj.si

⁶⁵ Doc., Biotehniška fakuleta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, e-pošta: nina.kacjan.marsic@bf.uni-lj.si

1 Uvod

Plavajoči sistem je ena od t.i. hidroponskih tehnik gojenja. Gre za sistem, kjer so rastline posajene v inertnem substratu (kosmiči kamene volne, perlit, glinopor...) in vsidrane na stiroporne (polistirenske) plošče. Te plošče plavajo v plitkih bazenih, ki so napolnjeni s hranilno raztopino, v kateri se razraščajo korenine. V raztopino dodajamo zrak ali samo kisik, da korenine ne propadejo.

Ross in Tefteau (1995) navajata, da so bili rastlinjaki s plavajočim sistemom, ki so jih razvili v Južni Ameriki, prvotno namenjeni gojenju sadik tobaka, danes pa jih uporabljajo tudi za gojenje sadik zelenjadnic. Plavajoči sistemi se uporabljajo tudi za gojenje rezane zelenjave, kot npr. motovilca, rukvice, berivke, dišavnic itn. Ker gre za zelo mlade rastline, ki jih režemo v juvenilni fazi, ko so rozete visoke približno 10 cm, jih lahko gojimo kar v gojitvenih ploščah, ki so namenjene vzgoji sadik. Tak način gojenja se je precej razširil v sosednji Italiji (Pasotti in sod., 2003; Lazzarin in Giordano, 2007), kjer pridelujejo rezano mlado zelenjavo za tako imenovano »pripravljeno« hrano (ready-to-eat). Zelenjavo ponudijo v trgovinah, že oprano, narezano in pakirano tako, da je obrok hrane pripravljen za konzum – v paketu je lahko dodana tudi polivka za solato in plastične vilice.

Plavajoči sistem ima nekaj prednosti pred klasičnimi načini gojenja solatnic. Na prvem mestu je enostavno vzdrževanje posevka – zalivanje ni potrebno, dognovanje ni potrebno, saj hranilno raztopino sproti obnavljamo in kar je zelo pomembno, nimamo težav s plevelom. Rast rastlin je nekoliko hitrejša v primerjavi z gojenjem v tleh ali v organskih substratih ravno zato, ker so hranila lahko dostopna in rastlina nima težav z občasnim pomanjkanjem ali viškom vode. Spravilo rastlin je lahko delovno bolj prijazno, ker rastlin ne režemo pri tleh ampak jih lahko z gojitvenimi ploščami vzdignemo na višino delovnih miz, kjer jih porežemo. Listi niso umazani, pomembno pa je, da zelenjavo takoj po spravilu – rezanju, spravimo v plastične vreče. Listna zelenjava, ki je gojena na plavajočem sistemu, vsebuje praviloma več vode oz. ima manj sušine od zelenjave, gojene v tleh.

Plavajoči sistem velja za enega cenejših hidroponskih načinov gojenja, saj je investicija manjša kot pri agregatnih sistemih. V slučaju izpada elektrike, okvare kompresorja ali podobno, so posledice manj usodne za rastline, pH hranilne raztopine se ohranja dalj časa, ker je volumen raztopine relativno velik, rokovanje z rastlinami je lažje, saj jih lahko vzamemo iz raztopine – prestavimo, izmerimo, porežemo in postavimo nazaj na sistem.

V našem referatu želimo predstaviti nekaj začetnih poskusov, ki smo jih izvedli pri gojenju zelenjadnic na improviziranem plavajočem sistemu. V letu 2007 smo postavili 3 poskuse na plavajoči sistem. Preizkušali smo gojenje motovilca in navadne rukvice v zimskem času (od januarja do marca 2007) ter gojenje solate v pomladanskem času (od marca do maja 2007). Pri motovilcu in rukvici smo spremljali in ocenjevali predvsem primernost substrata v plavajočem sistemu, pri solati pa sortiment in različno razmerje hranil.

2 Material in metode dela

2.1 GOJENJE MOTOVILCA IN RUKVICE V PLAVAJOČEM SISTEMU

Poskus smo izvedli v obdobju od 15. jan. do 23. marca 2007. Delo je potekalo v neogrevanem steklenjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete. Motovilec sorte 'Holandski motovilec' in navadno rukvico (semensko mešanico) smo posejali v gojitvene plošče velikosti 50 x 32 cm, s 84 in 160 vdolbinami. Plošče smo napolnili z različnimi substrati: perlit (velikost delcev 3-5 mm), vermikulit (velikost delcev 3-5 mm), kosmiči kamene volne, glinopor (velikost delcev 6-8 mm) ter šotni substrat kot kontrolo. V gojitvene plošče s 84 vdolbinami smo vstavili po 3 semena, v plošče "160" pa po 2 semeni/vdolbino. Tako smo

dobili 2 gostoti setve (približno 1500 semen/m² in 1900 semen/m²). Gojitvene plošče z inertnimi substrati smo nato položili v bazen narejen na poplavni mizi v rastlinjaku, plošče napolnjene s šoto pa smo položili na sosednjo mizo in jih standardno zalivali in 1 krat na teden dognojevali z enako hranilno raztopino, kot smo jo imeli v bazenu. Delali smo v 3 ponovitvah – 1 plošča je predstavljala ponovitev. Ker smo imeli 2 rastlinski vrsti (motovilec in rukvico), 5 substratov, 2 gostoti setve in 3 ponovitve, smo skupno posejali 60 gojitvenih plošč. Bazen - poplavno mizo, dimenzije 10 m x 1,5 m x 0,03 m, smo prekrili s črno-belo PE folijo in jo napolnili z vodo – 450 litrov. V vodo smo napeljali še sistem za dovajanje zraka, ki je bil povezan s kompresorjem. Prostor, ki ni bil zapolnjen z gojitvenimi ploščami, smo prekrili s centimeter debelimi stiropornimi ploščami in s tem preprečili nastajanje alg. Ko so rastline vzniknile (21. jan.), smo vodi v bazenu dodali hranila. Uporabili smo vodotopno mineralno gnojilo z razmerjem hranil N:P:K 18:18:18 z dodanimi mikrohranili: bor (0,05 %), baker (0,02 %), železo (0,14 %), mangan (0,08 %), molibden (0,008 %) ter cink (0,05 %). V 450 litrov vode smo dali 250 g vodotopnega gnojila 18:18:18, kar pomeni, da smo imeli v raztopini 100 ppm N, 100 ppm P₂O₅ in 100 ppm K₂O. Sproti smo merili temperaturo raztopine, ki se je gibala med 18 in 20 °C; pH med 5,5 in 8,6 in elektro prevodnost (EC), ki se je gibala med 0,7 in 1,3 mS/cm. Ko je EC padla pod 1, kar se je zgodilo 6. feb. in 23. feb. 2007, smo ponovno dodali hranila v raztopino. Tako smo skupno pognojili 15 m² površine, kolikor je znašala površina bazena, s 750 g gnojila 18:18:18. Če to preračunamo v hranila, smo gnojili posevek s 90 kg/ha dušika, 90 kg/ha fosforja in 90 kg/ha kalija.

V tehnološki zrelosti smo posevek porezali – motovilec 47. dan po setvi (7. mar.), rukvico pa smo rezali 2 krat in sicer 39. dan po setvi (23. feb.) in 57. dan po setvi (23. mar.). Ugotavljali smo uspešnost vznika semen in ob spravilu pridelka še maso in višino rozet, število listov in izmerili sušino rastlin. Približno 30 gramske vzorce motovilca smo 3 dni sušili na 65 °C, jih ponovno stehali in izračunali sušino. V času poskusa nismo imeli težav z boleznimi in napadom škodljivcev.

2.2 GOJENJE SOLATE V PLAVAJOČEM SISTEMU

Solato smo od 14. mar. do 8. jun. 2007 gojili v plastenjaku na Laboratorijskem polju BF. Tokrat smo izkopali v tla rastlinjaka "prave" 3 bazene, dimenzije 20 m x 1 m x 20-30 cm globine, saj smo potrebovali globji bazen za razrast koreninskega sistema solate. Bazen smo pravtako prekrili s črno-belo PE folijo in vanj natočili po 3000 litrov vode/bazen. Sadike 5-ih sort solate smo posejali 14. marca v gojitvene plošče in jih presadili 7. maja v mrežaste lončke napolnjene s kosmiči kamene volne tako, da so korenine zrastle skozi mrežo in se razrastle v hranilni raztopini. V stiroporne plošče velikosti 1 m x 0,5 m in 2 cm, smo naredili 10 lukenj in v njih postavili mrežaste lončke, plošče pa v bazen. Gostota je znašala 20 rastlin/m² in sadilna razdalja 25 x 20 cm. Sejali smo 5 morfološko različnih sort in sicer: mehkolistno sorto 'Clarion', 'Noisette' – sorto, ki oblikuje rahlo glavo, rozetast tip solate 'Lyra' in 2 sorti v tipu Batavia - 'Vanity' in 'Leda'. Ker smo imeli 3 bazene, smo v vsakega dali vodotopno gnojilo iste firme, vendar z drugačnim razmerjem hranil. Preračunali smo tako, da je bila koncentracija dušika v vseh 3 bazenih približno 100 ppm N, različna pa je bila koncentracija fosforja in kalija v 1. in 3. bazenu.

Količina vodotopnega gnojila, ki smo jo dali v posamezen bazen, je bila naslednja:

- Bazen 1: 1,70 kg gnojila z razmerjem 12:12:36 + ME (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) na 3000 litrov vode.
- Bazen 2: 1,16 kg gnojila z razmerjem 18:18:18 + ME (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) na 3000 litrov vode.

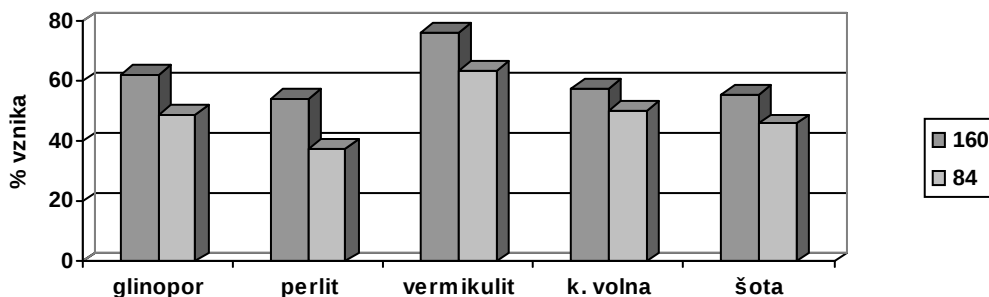
- Bazen 3: 1,60 kg gnojila z razmerjem 13:40:13 + ME (B,Cu, Fe, Mn, Mo, Zn) na 3000 litrov vode.

Po nekaj dneh smo ugotovili, da je EC v bazenih nizka (0,68-0,84 mS/cm) kar je bilo opazno tudi v obdelosti sadik, zato smo v bazene dodali še enkrat enako količino gnojila. Prevodnost se je dvignila na približno 1 mS in barva listov se je izboljšala. V vsak bazen smo posadili po 10 rastlin vsake sorte, v 3 ponovitvah – skupno torej 30 rastlin vsake sorte v vsakem bazenu. Ob spravilu (8. junij) smo merili pri 5-ih tehnološko zrelih solatah iz vsake ponovitve dolžino in maso korenin, premer kocena, maso, širino in višino glav ali rozet in število in maso odpadnih listov. V nadaljevanju prikazujemo le pomembnejše rezultate.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 REZULTATI PRI GOJENJU MOTOVILCA

Vznik motovilca v različnih substratih. Na sliki 1 je prikazan odstotek kaljivosti semena sorte 'Holandski motovilec' v posameznem substratu ter dveh gostotah setve. Na splošno seme ni dobro kalilo (55,4% v povprečju), statistično značilno najboljši vznik je bil v vermikulitu (70,1 %) in najslabši v perlitu (46,0 %). Razlike so vidne tudi med gostotama setve. Seme je značilno bolje kalilo v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami. Največji odstotek kaljivosti je bil v gojitvenih ploščah s 160 vdolbinami, ki so bile napolnjene z vermikulitom. V gojitvenih ploščah s 84 vdolbinami, napolnjenimi s perlitom, pa je bil odstotek kaljivosti najmanjši, le 35 %.

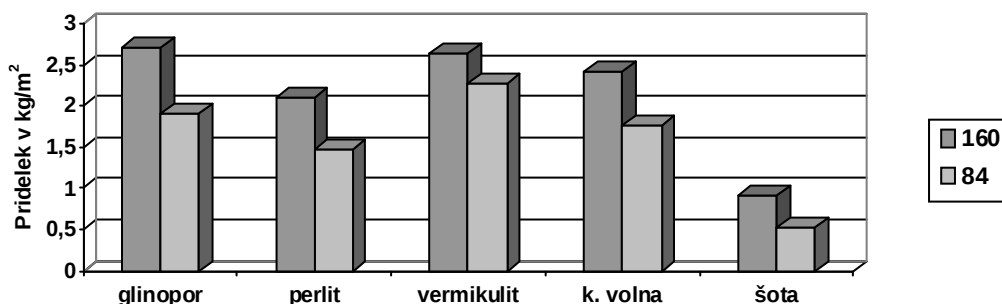


Slika 1: Odstotek (%) kaljivosti motovilca v posameznem substratu in pri različnih volumnih vdolbin

Vznik motovilca je pogosto problematičen tudi pri klasičnem gojenju z neposredno setvijo v tleh, zato svetujejo, da seme motovilca po setvi še povaljamo, da se bolje sprime s podlago in tako bolje kali. Domnevamo, da je bil vznik semen najslabši v perlitu zato, ker substrat ni bil dovolj namočen, saj ima perlit dosti manjšo kapaciteto za vodo od vermikulita in kamene volne. Domnevamo tudi, da so semena bolje kalila v manjših volumnih (160), ker se je substrat v teh vdolbinah hitreje omočil.

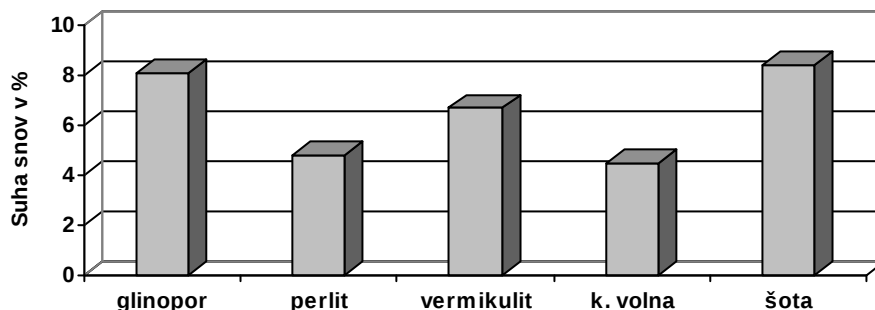
Pridelek motovilca v različnih substratih. Motovilec smo rezali, ko so rastline dosegle 7-12 cm višine in imele v rozeti 7-9 listov. Pridelek smo izračunali tako, da smo 7. marca porezali motovilec na posameznih ploščah, izračunali povprečje 3 ponovitev in to množili s 6, saj je 6 gojitvenih plošč zasedlo približno 1 m². V povprečju smo dobili statistično značilno večji pridelek v ploščah s 160 vdolbinami (2,1 kg/m²), v primerjavi s pridelkom v ploščah s 84 vdolbinami (1,6 kg/m²), kar je razvidno s slike 2. To je bilo pričakovano, saj je bila tu večja gostota posevka, ki pa še ni negativno vplivala na kakovost rozet. Pridelek v šoti je bil

značilno manjši (v povprečju $0,7 \text{ kg/m}^2$), saj je ves čas delno zaostajal v rasti. Rastline motovilca so v šoti rastle počasneje, verjetno zaradi večjih nihanj v prehrani (dohranjevali smo jih 1 krat na teden) in v vlažnosti substrata. Med pridelki v inertnih substratih na plavajočem sistemu, ni bilo statistično značilnih razlik (statistična analiza je dostopna pri avtoricah).



Slika 2: Pridelek motovilca (kg/m^2) v posameznem substratu in pri različnih volumnih vdolbin

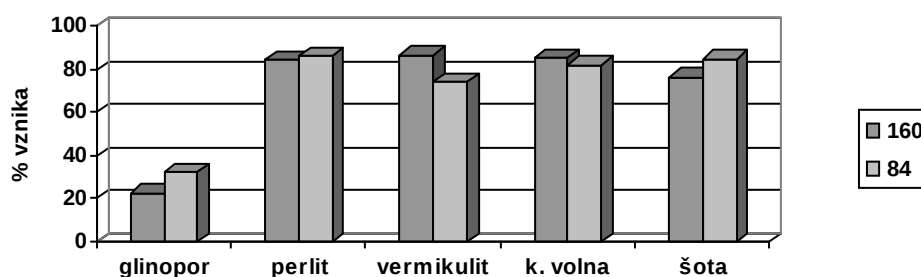
Sušina rastlin motovilca glede na substrat in tehnologijo gojenja. Največ sušine smo izračunali pri rastlinah, ki so rastle v šoti (8,38 %), vendar so imele rastline iz glinoporja tudi relativno veliko sušine. Najmanj sušine so imele rastline, pridelane na kameni volni (4,47 %).



Slika 3: Odstotek (%) suhe snovi v motovilcu pridelanem v različnih substratih

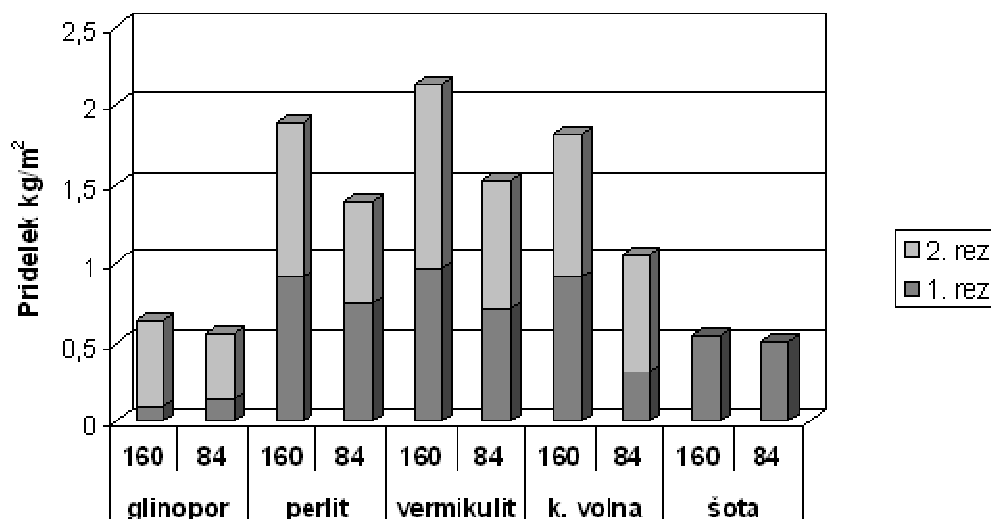
3.2 REZULTATI PRI GOJENJU RUKVICE

Vznik rukvice v različnih substratih. Vznik rukvice je bil v povprečju boljši od vznika motovilca (70,6 %), vendar je presenetil zelo slab vznik v glinoporju, ki je bil tudi statistično značilno slabši od vznika v ostalih substratih (slika 4). Pri rukvici se ugotovitev, da semena boljše kalijo v manjših volumnih vdolbin, ni potrdila.



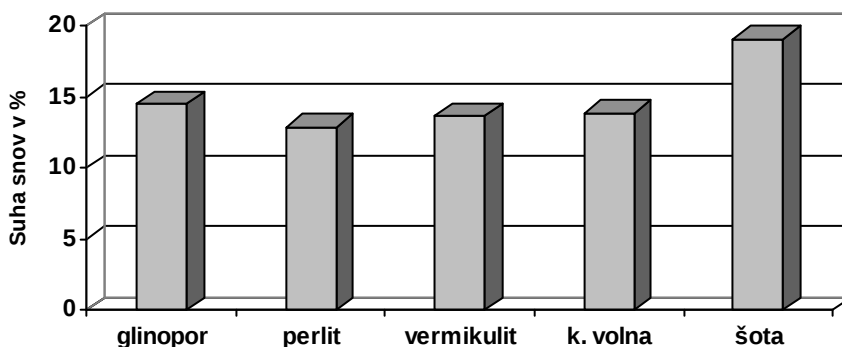
Slika 4: Odstotek (%) kaljivosti rukvice v posameznem substratu in pri različnih volumnih vdolbin

Pridelek rukvice v različnih substratih. Rukvico smo rezali dvakrat. Prvič, 22. februarja in drugič, 12. marca. Obakrat so rastline dosegle 12-14 cm višine in imele 3-4 liste v rozeti. Pri rukvici gojeni v šoti, nismo uspeli opraviti druge rezi, ker je prišlo do nenamerne odstranitve gojitvenih plošč (slika 5). Najmanjše pridelke smo dobili v glinoporju (predvsem zaradi slabega vznika) in največje v vermikulitu, vendar niso bili značilno različni od pridelkov v kameni volni in perlitu.



Slika 5: Skupni pridelek rukvice (kg/m^2) v posameznem substratu in pri različnih volumnih vdolbin

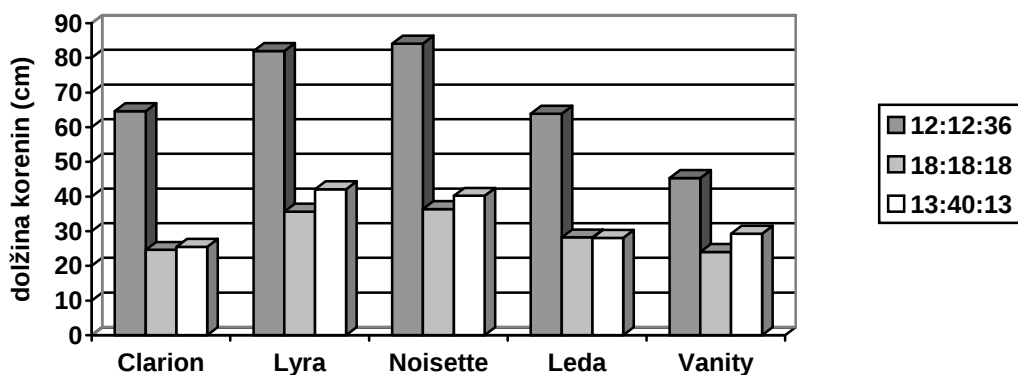
Sušina rastlin motovilca glede na substrat in tehnologijo gojenja. Največ sušine so imele rukvice, ki so rastle v šoti (19,1 %). Vse rastline iz plavajočega sistema, so imele sušino pod 15 % (slika 6). Tudi okus teh rastlin je bil manj intenziven, vendar nismo izvedli degustacije.



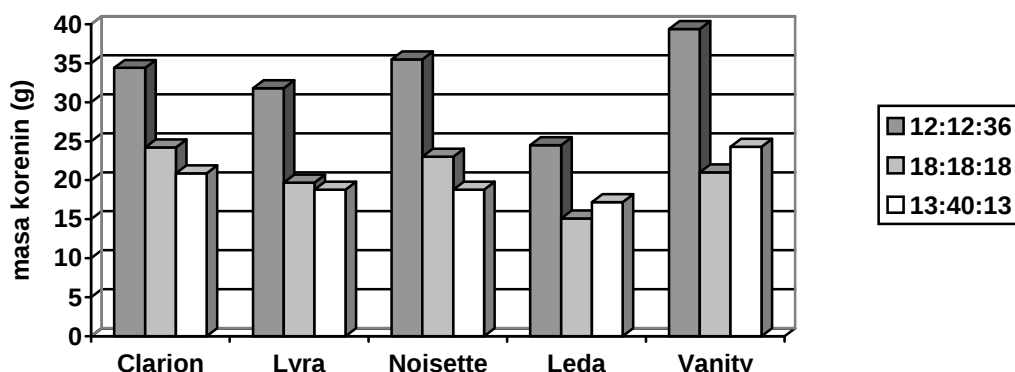
Slika 6: Odstotek (%) suhe snovi v rukvici, pridelani v različnih substratih

3.2 REZULTATI PRI GOJENJU SOLATE

Ob spravilu solat je bilo najprej opazno, da imajo rastline, ki so rastle v bazenu z večjo koncentracijo kalijevih ionov (12:12:36), statistično značilno najdaljši koreninski sistem (68,1 cm), sledijo korenine iz raztopine 13:40:13, s koreninami dolgimi 33,2 cm in najkrajše korenine (39,8 cm) so zrasle v raztopini 18:18:18 (slika 7). Tudi pri tehtanju korenin je bila masa korenin iz bazena z raztopino v razmerju 12:12:36 statistično značilno večja (33,1 g) kot v ostalih 2 bazenih (slika 8). Močnejše korenine so prispevale tudi k večji masi nadzemnega dela rastlin, kjer so bile solate pridelane v raztopini z več kalija (12:12:36) značilno težje od solat iz ostalih 2 raztopin. Značilno najlažje so bile solate pridelane v raztopini z večjim deležem fosforja (13:40:13) (slika 9). Na pogled pa so bile najlepše solate iz bazena, z enakomerno razporejenimi hranili (18:18:18). Te rastline so bile bolj zeleno obarvane in so imele kompaktnjšo rast.



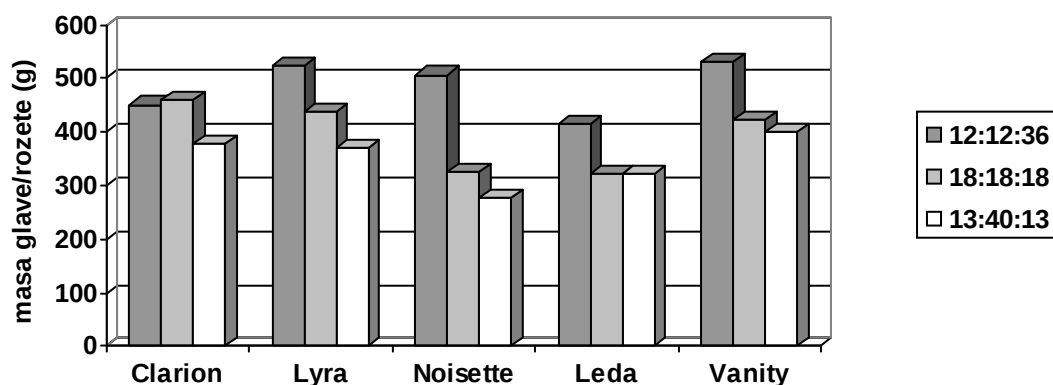
Slika 7: Povprečna dolžina korenin pri različnih sortah solat, gojenih v različnih hranilnih raztopinah



Slika 8: Povprečna masa korenin v g/rastlino pri različnih sortah solat, gojenih v različnih hranilnih raztopinah

4 Sklepi

- Prvi poskusi gojenja vrtnin na plavajočem sistemu so pokazali, da je postavitve sistema enostavna, da je rast rastlin možna in da je oskrba rastlin enostavnejša v primerjavi s klasičnim gojenjem.
- Poskusa na motovilcu in rukoli sta pokazala, da je vznik semen na inertnih substratih problematičen, sicer pa substrati ne vplivajo značilno na pridelek.
- Rastline motovilca in rukole, pridelane na plavajočem sistemu, so hitreje rastle in so vsebovale več vode od rastlin, gojenih v šotnem substratu ob rednem dognjevanju.
- Večja koncentracija kalija je statistično značilno izboljšala rast korenin solate, kar je vplivalo tudi na pridelek.



Slika 9: Povprečna masa glave/rozete (g), pri različnih sortah solat, gojenih v različnih hranilnih raztopinah

4.1 ZAKLJUČKI

Plavajoči sistem bi bilo potrebno bolj podrobno proučiti, saj lahko doprinese k rentabilnejši pridelavi določenih vrtnin. To, da ni potrebno rastlin zalivati, ne pleti, zelo olajša pridelavo. Rahlo ogrevanje vode v bazenih lahko omogoča pridelavo toplotno manj zahtevnih vrtnin tudi v zimskem času, brez velike porabe energije. Pri nadaljnjih poskusih smo tipalno preizkušali tudi gojenje pora, endivije, nizkega paradižnika ipd., ki so se obnesle. Zanimivo bi bilo tudi proučiti možnosti pridelave sadik v plavajočem sistem in nadaljevati z gojenjem v tleh, do tehnološke zrelosti vrtnin.

Ena večjih slabosti rastlin, gojenih v plavajočem sistemu, je večja vsebnost vode v vrtninah, kar posledično vpliva na slabo skladiščno ali transportno sposobnost teh vrtnin in verjetno tudi na njihov okus. Zato bi morala biti pridelava vezana tudi na primerno pripravo rastlin za trg, pravilno pakiranje, to pa je področje, kjer v slovenskem zelenjadarstvu še vlada velika vrzel.

5 Literatura

- Ross, D. S., Tefteau, K. M. 1995. Greenhouse Float Systems for Transplant Production. Fact Sheet 690. Cooperative Extension Service, University of Maryland. 4 pp. (peer reviewed)
- Pasotti, P. P., Cavicchi, L., Trentini, L. 2003. Il floating system in Emilia-Romagna. *Colture protette*, 8: 15-18
- Lazzarin, R., Giordano, A. 2007. Usare il floating per ottenere ortive da foglia di taglio. *Colture protette*, 11: 55-62
- Both, A. J., Albright, L. D., Scholl, S. S., Langhans, R. W. 1999. Maintaining constant root environments in floating hydroponics to study root-shoot relationships. *Acta Hort*, 507: 215-222

Učinek cepljenja na pridelek plodovk

Nina KACJAN-MARŠIĆ⁶⁶, Marijana JAKŠE⁶⁷

Izvleček

V prispevku je prikazan učinek cepljenja na pridelek lubenic (*Citrullus aedulis* Pang.) in paradižnika (*Lycopersicum esculentum* Mill.). Proučevali smo vpliv različnih podlag na posamezne sorte. V letu 2005 smo opravili poskus s cepljenimi lubenicami in leta 2006 s cepljenimi paradižniki. V poskus z lubenicami smo vključili 2 sorti, 'Crimson sweet' in 'Mediteria F1' in 2 podlagi, 'Bombo F1' (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) in bučo vodnjačo (*Lagenaria siceraria*). 22 dni stare sadike smo cepili v razkol in jih po aklimatizaciji (7. junija 2005) posadili v rastlinjak. Značilno največji pridelek so pri obeh sortah dale cepljenke na podlago 'Bombo F1' ('Crimson sweet' 21,4 kg m⁻², 'Mediteria F1' 17,3 kg m⁻²). V poskusu s paradižnikom smo 5 sort ('Italdor F1', 'Jaguar F1', 'Jama F1', 'Mariarita F1' in 'Naysika F1') cepili na podlago 'Body F1' in 3 od teh ('Italdor F1', 'Jaguar F1' in 'Mariarita F1') tudi na podlago 'Robusta F1'. Poskus je potekal od maja do oktobra 2006. Rezultati so pokazali, da je cepljenje na podlago 'Body F1' značilno povečalo tržni pridelek paradižnika v primerjavi z necepljenimi rastlinami. Prav tako je podlaga 'Robusta F1' značilno povečala pridelek pri dveh sortah, pri eni pa se pridelek ni razlikoval od necepljenih rastlin.

Ključne besede: cepljenje lubenic (*Citrullus aedulis* Pang.), paradižnik (*Lycopersicum esculentum* Mill.), rastlinjak

Effect of grafting on yield of fruit-bearing vegetables

Abstract

Grafting of watermelons (*Citrullus aedulis* Pang.) and tomatoes (*Lycopersicum esculentum* Mill.) is presented. The influence of different rootstocks on individual varieties (scions) was tested. Two experiments were performed, one in 2005 with grafted watermelons and the other in 2006 with grafted tomatoes. Two varieties of watermelon, Crimson sweet and Mediteria F1 were used as a scion, and Bombo F1 (*Cucurbita maxima* × *Cucurbita moschata*) and *Lagenaria siceraria* as rootstocks. The 22nd. day after sowing, transplants were grafted using the procedure of "hole insertion graft". After acclimatization in 7th of June 2005 plants were transplanted to a plastic greenhouse. The highest yield was obtained by plants grafted onto Bombo F1 (Crimson sweet 21.4 kg m⁻² and Mediteria F1 17.3 kg m⁻²). In the experiment with tomatoes, 5 varieties (Italdor F1, Jaguar F1, Jama F1, Mariarita F1 and Naysika F1) were grafted onto rootstock Body F1 and three of them (Italdor F1, Jaguar F1 and Mariarita F1) also onto Robusta F1. The experiment lasted from May till October 2006. Results showed that plants grafted onto Body F1 had significantly higher yield compared to ungrafted plants. Yields of plants grafted onto Robusta F1 was significantly higher for two varieties. The yield of the third variety was not significant compared to ungrafted plants.

Key words: grafting, watermelon (*Citrullus aedulis* Pang.), tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.), greenhouse

1 Uvod

Sodobne tehnologije pridelovanja omogočajo pridelovalcu vrtnin visoko rentabilno pridelavo, če vključuje tudi gojenje izvensezonskih vrtnin, kar je v našem pridelovalnem območju vezano na gojenje vrtnin v zavarovanem prostoru. Ker je rentabilnost tržno usmerjenega vrtnarskega obrata odvisna predvsem od organiziranosti prodaje in trženja, praviloma le-ta

⁶⁶ Dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: nina.kacjan.marsic@bf.uni-lj.si

⁶⁷ Dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: marijana.jakse@bf.uni-lj.si

narekuje izbor gojenih rastlin v rastlinjakih, ki je običajno zelo omejen in ozek. Pogosto se dogaja, da prihaja na takšnih obratih do neupoštevanja kolobarja in s tem do večletnega monokulturnega gojenja, predvsem plodovk iz rodu razhudnikov (paradižnika, paprike, jajčevca). Strokovnjaki opozarjajo na resno nevarnost izpada pridelka, ki preti v deželah, kjer je rastlinjaška pridelava plodovk močno razvita in razširjena (Maync, 1998; Morra 1998; Jaksch in Kell, 1997). Ozek kolobar povzroča prekomerni razvoj talnih škodljivcev (Oda in sod., 2004), predvsem nematod (*Meloidogyne incognita*) in širjenje nožnih bolezni, kot je oplutenelost korenin na paradižniku (*Pyrenochaeta lycopersici*) in fuzarijska ter verticilijska uvelost (*Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, soj 1 in 2 in *Verticillium dahliae*, soj 1 in 2) (Besri, 2002, Augustin in sod. 2002; Poffley, 2003). To sta traheomikozi, ki poleg razhudnikov okužujeta tudi bučnice - predvsem lubenice in melone (*Fusarium oxysporum* f. sp. *melonis* (Trionfetti Nisini in sod. 2002)). V manjšem obsegu se pojavljajo tudi okužbe z bakterijo *Pseudomonas syringae* p.v. *tomato*. Problem je rešljiv na več načinov, s kemičnim razkuževanjem tal, gojenjem odpornih sort ali cepljenjem visokorodnih sort na odporne podlage. Tu pa se pojavi problem, namreč okužena tla z omenjenimi patogeni so pridelovalci najbolj učinkovito razkuževali s fungicidom na bazi metilbromida, ki je prodril globoko v tla in uspešno uničil skoraj vse žive organizme (Vakalounakis, 1990). Leta 1992 je bila v Kopenhagnu sprejeta dopolnitev k Montrealskem protokolu, s katero je bil metilbromid uvrščen na listo substanc, ki redči ozonsko plast, zato je bila z uredbo EC2037/2000 s 1.1.2005 njegova uporaba za razkuževanje tal v rastlinjakih v državah članicah EU prepovedana (Batchelor, 2001). Ker je razkuževanje rastlinjaških tal s solarizacijo ponavadi premalo učinkovito, pri kemičnem razkuževanju pa smo torej omejeni, mnogi avtorji priporočajo cepljenje vrtnin na primerno podlago, ki zmanjša negativni učinek okužbe omenjenih patogenov na količino in kakovost pridelka. Cepljenje vrtnin ni nova tehnika. Prve poskuse s cepljenjem lubenice (*Citrullus edulis* Pang.) na podlago buče so opravljali že leta 1920, na Japonskem in v Koreji. V 50. letih so cepili jajčevce na divji – škrlatni jajčevce (*Solanum integrifolium* Poir). Kot poročata Lee (1994) in Oda (1994) se je v zadnjem času cepljenje vrtnin razširilo predvsem v deželah, kjer imajo intenzivno pridelavo vrtnin v rastlinjakih (Japonska, Italija, Španija, Grčija, Nemčija in Francija). Med grškimi pridelovalci bučnic se je cepljenje močno uveljavilo na severnem pridelovalnem območju, kjer imajo velike težave predvsem s fuzarijsko uvelostjo. Pridelava zgodnjih lubenic poteka 90-100% na cepljenih sadikah, medtem ko je pri melonah delež cepljenk v posevkih 50%. Šele leta 2000 so začeli postopno uvajati cepljene sadike tudi v pridelavo paradižnika in jajčevca (2-3% cepljenih sadik) (Traka-Mavrona in sod., 2000). Podlage, ki se uporabljajo za cepljenje paradižnika so posebej selekcionirane sorte iz paradižnika (*L. esculentum* Mill.) ali so križanci z divjimi vrstami razhudnikovk (*L. esculentum* x *L. hirsutum*). Za cepljenje jajčevcev uporabljamo sorte, selekcionirane iz jajčevca (*Solanum melongena*) ali njegovih divjih sorodnikov (*Solanum integrifolium*) ali iz paradižnika (*L. esculentum*) ali pa so križanci (*L. esculentum* x *L. hirsutum*). Za bučnice uporabljamo sorte, selekcionirane iz buč različnih vrst in rodo (*Cucurbita* spp., *Benincasa hispida*, *Lagenaria siceraria*, *Cucurbita ficifolia*), ali križance (*Cucurbita maxima* x *Cucurbita moschata*). Katere podlage izbrati, ni odvisno samo od vrste okužbe, temveč tudi od kompatibilnosti podlage s cepičem in od uspešnosti cepljenja. Tako v Italiji v zadnjem času opuščajo podlage, ki so vrsto let omejevale talne okužbe in pripadajo vrstam *Cucurbita ficifolia*, *Cucurbita moschata*, *Benincasa hispida*, *Lagenaria siceraria*, ker imajo prenizko skladnost z gojenimi hibridi melon, zato se uvajajo in preizkušajo nove iz vrste *Cucumis melo* (Morra in Bilotto, 1998).

Cepljenje ni namenjeno samo reševanju težav pri talnih okužbah, ampak je čedalje bolj prisotno tudi povsod tam, kjer rastline premagujejo različne abiotске stresne dejavnike, ki povzročajo zmanjševanje pridelka. Učinkovito je pri zmanjševanju izpada pridelka zaradi prevelike slanosti tal, ki je prisotna že na tretjini vseh namakanih površin širom po svetu (Lee, 2003). Izbrane sorte cepimo na podlage, ki so tolerantne na slanost tal. Tudi pri preveliki vlažnosti v tleh, ki se pojavlja na težjih in slabo propustnih tleh, je gojenje plodovk uspešno le, če so le-te cepljenje na podlage, ki so manj občutljive na zastajanje vode v tleh. Prav tako so podlage selekcionirane na večjo tolerantnost na temperaturne ekstreme v tleh. Cepljenje na podlage s tovrstnimi lastnostmi omogoča podaljšanje obdobja pridelovanja v obeh smereh, saj podaljšana pridelovalna sezona pomaga pridelovalcem pri dvigu prodajne cene pridelkov in tudi pripomore k dvigu letne in dolgoročne ekonomske stabilnosti (Lee in sod., 1998).

Gojenje plodovk s cepljenimi sadikami se v svetu precej širi, čeprav je cena sadik relativno visoka, saj je potrebno vzgojiti sadiko podlage in sadiko cepiča, izvesti cepljenje s čim manjšimi izgubami sadilnega materiala in končno cepljenko aklimatizirati. V Sloveniji zanimanje za cepljene sadike narašča, saj postaja to eden od pomembnih ukrepov, ki na določenih območjih sploh omogoča vrtnarsko pridelavo po smernicah ekološkega pridelovanja, drugod pa le izboljša njene učinke.

Tehnik cepljenja je več. Katero bomo izbrali, je odvisno predvsem od vrste gojene rastline: od podlage, na katero cepimo, ter od opremljenosti zavarovanega prostora, kjer poteka aklimatizacija cepljenih rastlin. Pri razhudnikih cepimo rastline v fazi razvitih dveh pravih listov tako, da z ravnim ali poševnim rezom odrežemo steblo v višini hipokotila - pod kličnimi listi in nanj z objemko pričvrstimo enako odrezan rastni vršiček žlahtnega dela. Cepimo lahko tudi kasneje, v fazi razvitega 3. in 4. lista. Takrat cepimo v zarezo ali razkol, potem ko smo odstranili rastni vršiček podlage, zarezali v steblo zarezo nad kličnima listoma in vanjo vstavili zašiljeno steblo žlahtnega dela. Bučnice (melone, lubenice in kumare) cepimo, ko razprejo klične liste in sicer lahko cepimo v zarezo med klična lista, potem ko smo odstranili rastni vršiček ali naredimo poševni rez, pri katerem odstranimo rastni vršiček skupaj z enim kličnim listom. Pri drugem načinu pa ravno ali poševno odrežemo hipokotil pod kličnima listoma ter nanj s silikonsko objemko pričvrstimo enako odrezan rastni vršiček žlahtnega dela (Lee in sod., 1994).

Ker imamo v Sloveniji malo izkušenj tako z izborom podlag za cepljenje, kot tudi s tehnikami cepljenja in nadaljnjo oskrbo cepljenk (fazo aklimatizacije), smo k reševanju problema pristopili sistematično in začeli najprej s preizkušnji načinov cepljenja, nato smo vključili različne podlage in različne sorte. Zanimalo nas je, kakšen je učinek cepljenja na pridelek nekaterih plodovk. S prvimi testirani načinov cepljenja smo začeli leta 2000 in v nadaljnjih leti (Kacjan – Maršič in Osvald, 2004) opravili številne poskuse z vrtninami iz družine razhudnikovk in bučnic. V predloženem prispevku smo predstavili rezultate poskusov s paradižnikom in lubenicami.

2 Material in metode dela

V letu 2005 smo v rastlinjaku, ki stoji na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete, izvedli poskus s cepljenimi lubenicami, v letu 2006 pa s cepljenim paradižnikom.

2.1 POSKUS Z LUBENICAMI

V poskusu z lubenicami (*Citrullus aedulis* Pang.), ki je potekal od 25. aprila do 22. septembra 2005, smo preizkušali vpliv cepljenja in podlag na pridelek dveh sort lubenic. Za podlago smo izbrali bučo vodnjačo (*Lagenaria siceraria*) ter cv. 'Bombo' - križanec med vrstama (*Cucurbita moschata* x *Cucurbita maxima* L., za žlahtni del pa sorti 'Crimson sweet' in 'Meditaria F₁'. Setev lubenic smo izvedli 25. 04. v gojitvene plošče s 40 vdolbinami.

Ponavadi sejemo podlage z 7-10 dnevnim zamikom, saj so buče, ki jih uporabljamo kot podlage, večje, močnejše, s širšim stebлом, v primerjavi z lubenicami – cepiči. Seme vodnjače je bilo nekoliko starejše, zato smo jih posejali hkrati z žlahtnim delom, cv. 'Bombo' pa smo posejali 10 dni kasneje. Po setvi smo sadike oskrbovali z vodo in 22 dni po setvi (17. maja), ko so bile rastline velike 3-4 cm, izvedli cepljenje v razkol. Takrat so imele rastline podlag klična lista polno razprta in med njima viden rastni vršiček. Po cepljenju smo rastline postavili v pomožen tunnel za aklimatizacijo, ki smo ga postavili na gojitveni mizi, kjer smo kovinske loke prekrili s PE prekrivko in dodatno zasenčili s senčilom. Visoko vlago smo vzdrževali z 1 krat dnevnim pršenjem rastlin z ročno pršilko. S tem smo preprečili izsušitev cepljenega mesta. Glivične bolezni se niso pojavile, zato nismo uporabili nobenih kemičnih pripravkov.

Po 4. dneh smo odstranili senčilo tako, da so rastline ostale prekrite samo s prozorno PE folijo. Čez 14 dni smo odkrili še polietilensko folijo ter sadike utrjevali v steklenjaku vse do presajanja v plastenjak. 7. junija 2005 (21 dni po cepljenju) smo sadike posadili v plastenjak, velikosti 25 m x 6 m, kjer smo površino po oranju in brananju poravnali, temeljno pognojili s 500 kg ha⁻¹ NPK (7:20:30) gnojila + 380 kg ha⁻¹ Entec gnojila (14:7:17) ter prekrili s črno-belo PE zastirko. Pod zastirko smo namestili kapljični namakalni sistem (T-tape) za redno namakanje in dognovanje rastlin v času poskusa. Površino smo razdelili na 18 poskusnih parcelic, kolikor je bilo obravnavanj (2 sorti x 3 podlage (2 + necepljenje rastline) x 3 ponovitve). Velikost posamezne parcelice je bila 4,0 m x 0,9 m. Obravnavanja smo po parcelicah naključno razporedili. Posamezno ponovitev so predstavljale 4 rastline, ki smo jih posadili v vrste na razdaljo 1 m, razdalja med vrstami pa je bila 0,9 m. V času poskusa smo izvedli varstvo rastlin proti škodljivcem in sicer smo 1 x poškropili proti pršicam (Vertimec, 0,1%) in 1 krat proti ušem (Confidor, 0,1%). V času poskusa smo rastline dgojevali z vodotopnim gnojilom, tako da smo s fertigacijo dodali še 95 kg N ha⁻¹, 38 kg P₂O₅ ha⁻¹ in 165 kg K₂O ha⁻¹. Tako so bile rastline v času poskusa (temeljno gnojenje + fertigacija) oskrbljene s skupno 184 kg N ha⁻¹, 165 kg P₂O₅ ha⁻¹ in 380 kg K₂O ha⁻¹. Pridelek smo pobirali 22. septembra, tako da smo plodove prešteli, stehali maso posameznega ploda, izmerili njegovo širino in dolžino ter debelino lupine. Izračunali smo tudi število plodov/rastlino, maso plodov v kg/rastlino in povprečen pridelek lubenic v kg m⁻². Rezultate smo statistično obdelali z analizo variance za naključne skupine in razlike med obravnavanji testirali z Duncanovim testom mnogoterih primerjav.

2.2 POSKUS S PARADIŽNIKOM

Tudi v poskusu s paradižnikom smo ugotavljali učinek cepljenja in podlag na količino in kakovost pridelka petih sort indeterminantnega paradižnika: 'Italdor F1', 'Jaguar F1', 'Jama F1', 'Mariarita F1' in 'Naysika F1'.

Za podlago smo uporabili dve sorti: 'Body F1' in 'Robusta F1', ki ju poleg odpornosti na talne bolezni in škodljivce odlikuje tudi sposobnost ohranjanja rastlin v dobrem stanju tudi v drugi polovici rastne dobe - daljše rastno obdobje ('Body F1') oziroma tolerantnost na nižje temperature in sposobnost pospeševanja rasti predvsem v začetku rastne dobe, z namenom zagotavljanja večje zgodnosti pridelka ('Robusta F1').

Poskus smo zasnovali 5. marca 2006 s setvijo semena sort in podlag v gojitvene plošče s 84 (žlahtni del) oziroma 40 vdolbinami (podlage). Cepljenje smo izvedli 25. aprila 2006 (40 dni po setvi), ko so imele rastline razvite 3 do 4 prave liste in ravno prav široko steblo, da smo lahko uspešno izvedli cepljenje v razkol. Cepljene rastline smo 14 dni aklimatizirali in 21. dan po cepljenju (16. maja) rastline presadili na gredico v rastlinjak. Zemljišče smo pripravili enako kot v poskusu z lubenicami. Poskus smo zasnovali v treh ponovitvah, poskusna parcela je bila velika 0,75 m², posamezno ponovitev so predstavljale 3 rastline, posajene na razdaljo 50 cm x 50 cm.

Obravnavanja smo naključno razporedili. Tehnološko zrele plodove smo pobirali sprva 1 x, nato 2 x tedensko. Začeli smo 25. julija in 16. oktobra zadnjič pobrali pridelek, skupaj smo imeli 15 pobiranj. Plodove smo razdelili na tržne in netržne (plodovi s premajhno maso, oboleli ali poškodovani), jih prešteli in stehtali. Rezultate smo statistično obdelali z metodo analize variance za naključne skupine, razlike med obravnavanji smo preverili z Duncanovim testom mnogoterih primerjav.

3 Rezultati in razprava

3.1 REZULTATI POSKUSA S CEPLJENIMI LUBENICAMI

V preglednici 1 so prikazane povprečne vrednosti števila in mase plodov na rastlino ter mase posameznega ploda, za posamezno sorto glede na podlago, na katero je cepljena. Vidimo, da so imele rastline cepljene na podlago 'Bombo F1' značilno večje število plodov rastlino⁻¹ v primerjavi s kontrolnimi (necepljenimi) rastlinami ('Crimson sweet' 3,1 in 'Mediteria F1' 2,3 plodov).

Preglednica 1: Povprečno število plodov na rastlino, masa plodov (kg rastlina⁻¹) in masa posameznega ploda

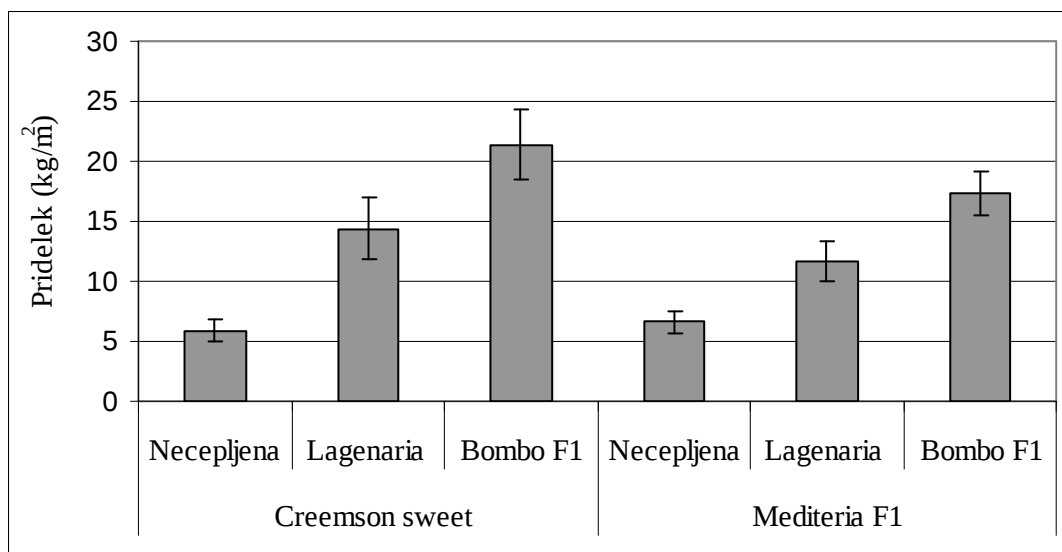
Sorta	Podlaga	Število (plodovi rastlina ⁻¹)	Masa plodov (kg rastlina ⁻¹)	Masa posameznega ploda (kg plod ⁻¹)
'Crimson sweet'	necepljena	1,4 a	5,6 a	4,0 a
	vodnjača	1,9 a	13,0 b	6,6 b
	'Bombo F1'	3,1 b	19,3 c	6,3 b
'Mediteria F1'	necepljena	1,4 a	5,9 a	4,7 a
	vodnjača	1,8 a	10,4 b	5,3 a
	'Bombo F1'	2,3 b	15,6 c	7,1 b

a, b, c, ... povprečja v istem stolpcu, ki so označena z isto črko se med seboj statistično značilno ne razlikujejo, (P<0,05), po Duncanovem testu mnogoterih primerjav, (n=12)

Rastline obeh sort, cepljene na vodnjačo so imele skoraj enako število plodov na rastlino ('Crimson sweet' 1,9 in 'Mediteria F1' 1,8 plodov) in se od necepljenih rastlin, ki so imele 1,4 ploda na rastlino, niso značilno razlikovale. Pri sorti 'Crimson sweet' je cepljenje vplivalo tudi na maso posameznega ploda, saj so imele cepljenke značilno težje plodove. Pri sorti 'Mediteria F1' so imele težje plodove le cepljenke na 'Bombo F1', medtem ko se plodovi cepljenk na vodnjačo, po masi niso razlikovali od necepljenih rastlin.

Iz slike 1 je razvidno, da so cepljenke na podlago 'Bombo F1' dale značilno največje pridelke: 'Crimson sweet' 21,4 kg m⁻² ali 260% več kot necepljene rastline in 'Mediteria F1' 17,3 kg m⁻² ali 160% več kot necepljene rastline. Cepljenje na vodnjačo je dalo prav tako značilno večje pridelke v primerjavi z necepljenimi rastlinami, 'Crimson sweet' 14,4 kg m⁻² ali 130% več kot necepljene rastline in 'Mediteria F1' 11,7 kg m⁻² ali 77% več kot necepljene rastline. O pozitivnem vplivu cepljenja na pridelok lubenic poročajo različni avtorji (Alexopoulos in sod., 2007; Miguel in sod., 2004; Yetisir in Sari, 2003), ki navajajo v povprečju do 200% večji pridelok plodov cepljenih lubenic v primerjavi z necepljenimi.

Cepljenje je vplivalo tudi na morfološke lastnosti plodov, saj so bili plodovi cepljenih rastlin večji, imeli so debelejšo lupino, le po vsebnosti skupnih sladkorjev se niso značilno razlikovali.



Slika 1: Primerjava pridelka cepljenih in necepljenih lubenic v kg m⁻²

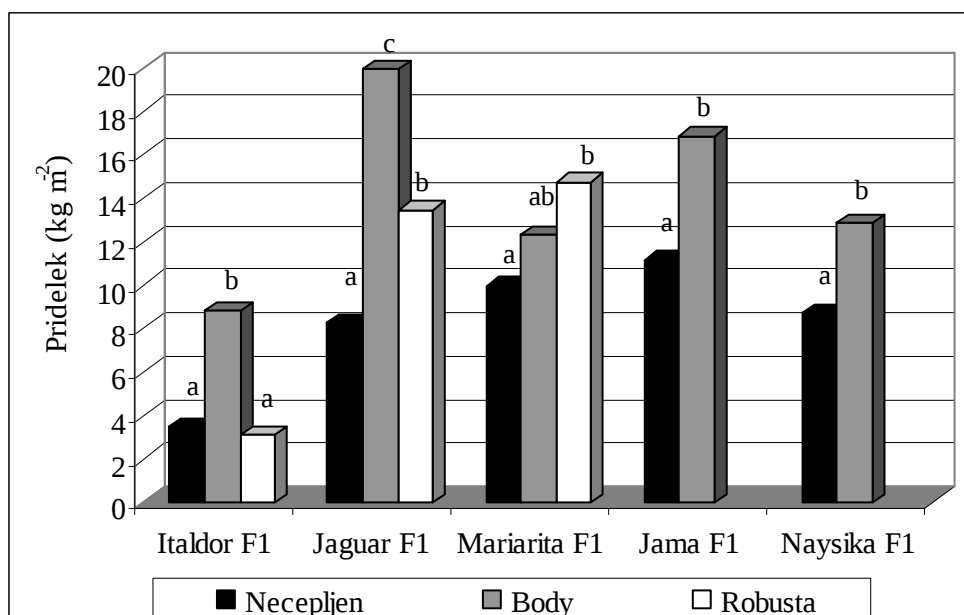
Preglednica 2: Povprečna dolžina, širina, debelina lupine ploda ter povprečna vsebnost skupnih sladkorjev

Sorta	Podlaga	Dolžina ploda (cm)	Širina ploda (cm)	Debelina lupine (cm)	Sladkor (brix %)
'Crimson sweet'	Necepljena	19,6 a	19,7 a	1,1 a	8,2 a
	vodnjača	24,0 b	25,2 b	1,9 c	9,7 ab
	'Bombo F1'	22,3 b	22,7 b	1,7 b	8,9 ab
'Mediteria F1'	Necepljena	17,6 a	25,6 a	0,9 a	9,0 a
	vodnjača	20,0 b	28,6 b	1,5 c	9,5 a
	'Bombo F1'	21,0 b	31,7 c	1,2 b	9,5 a

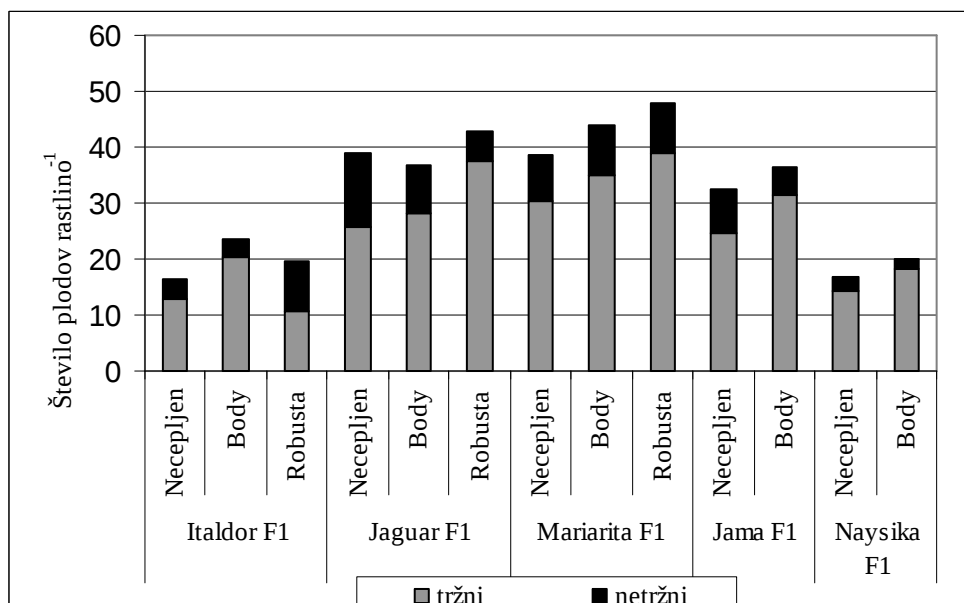
a, b, c, ... povprečja v istem stolpcu, ki so označena z isto črko se med seboj statistično značilno ne razlikujejo, (P<0,05), po Duncanovem testu mnogoterih primerjav, (n=3).

3.2 REZULTATI POSKUSA S CEPLENIM PARADIŽNIKOM

Cepljenje je vplivalo na tržni pridelek paradižnika. Vseh pet sort smo cepili na podlago 'Body F1', tri sorte pa tudi na podlago 'Robusta F1'. Iz slike 2 je razvidno, da je bil učinek podlag na količino pridelka različen glede na sorto. Tako so imele rastline štirih sort, cepljene na podlago 'Body F1' značilno večji pridelek v primerjavi z necepljenimi rastlinami, medtem ko je cepljenje na podlago 'Robusta F1' le pri dveh sortah značilno povečalo pridelek, pri eni pa se pridelek ni razlikoval od necepljenih rastlin.



Slika 2: Povprečen tržni pridelek (kg m⁻²) paradižnika po sortah, glede na cepljeno podlago



Slika 3: Povprečno število plodov/rastlino pri različnih sortah cepljenega in necepljenega paradižnika

Na sliki 3 so prikazani deleži tržnih in netržnih plodov na rastlino, za posamezno obravnavanje. Deleži netržnih plodov se niso značilno razlikovali glede na cepljenje. Delež netržnih plodov je bil pri sortah 'Jaguar F1', 'Jama F1' in 'Naysika F1' največji pri necepljenih rastlinah, pri sorti 'Italdor F1' pri cepljenkah na podlago 'Robusta F1', pri sorti 'Mariarita F1' pa ni bilo razlik glede na cepljenje.

Ugotavljamo, da je pri cepljenju paradižnika zelo pomembno, katero podlago izberemo za posamezno sorto, saj je od njune skladnosti odvisno, ali bo imelo cepljenje pozitiven ali negativen učinek. Poudariti moramo, da je gojenje cepljenih rastlin namenjeno predvsem zmanjševanju težav s talnimi okužbami in da bi bili rezultati verjetno drugačni, če bi poskus izvajali na okuženih tleh ali zgodaj spomladi, ko bi podlaga 'Robusta F1', ki je deklarirana za večjo odpornost na nizke temperature, lahko pokazala drugačen učinek na pridelek. Značilno večji pridelek cepljenk na podlago 'Body F1' lahko pripisujemo bujnejšemu koreninskemu sistemu, ki je značilen za podlage (Lee, 1994; Oda, 1995), ki s tem omogočajo večji in hitrejši sprejem vode in hranil iz tal ter vplivajo na hitrejšo rast rastlin.

4 Sklepi

Pri gojenju cepljenih in necepljenih rastlin lubenic in paradižnika smo prišli do naslednjih sklepov:

- Cepljenje je pozitivno vplivalo na pridelek lubenic. Obe podlagi, 'Bombo F1' in buča vodnjača sta se izkazali kot primerni podlagi za cepljenje lubenic. V primerjavi z necepljenimi rastlinami so imele cepljenke večje število in maso plodov na rastlino. Značilno največji pridelek so pri obeh preizkušanih sortah dale cepljenke na podlago 'Bombo F1', 'Crimson sweet F1' - 21,4 kg m⁻², 'Mediteria F1' 17,3 kg m⁻²);
- Cepljenje je vplivalo tudi na nekatere morfološke značilnosti plodov lubenic. Plodovi cepljenih rastlin so bili večji in imeli debelejšo lupino; v vsebnosti skupnih sladkorjev pa ni bilo razlik v primerjavi s plodovi necepljenih rastlin;
- Rezultati cepljenega paradižnika so pokazali, da je bil v našem poskusu učinek cepljenja odvisen od skladnosti izbrane sorte in podlage, saj je pri štirih od petih preizkušanih sort podlaga 'Body F1' značilno povečala tržni pridelek plodov; prav tako je podlaga 'Robusta F1' značilno povečala pridelek pri dveh sortah, pri eni pa se pridelek ni razlikoval od necepljenih rastlin;
- Glede na dejstvo, da naših poskusov s cepljenjem nismo izvajali na okuženih tleh lahko sklepamo, da bi v omenjenih okoliščinah dobili drugačne, verjetno bolj izrazite učinke cepljenja na pridelek. Na osnovi izvrednotenega pridelka lahko sklepamo, da se je potrdila ugotovitev mnogih avtorjev, da podlage za cepljenje odlikuje zelo bujen in globok koreninski sistem, ki omogoča hitrejši in večji sprejem vode in hranil iz tal in s tem (v primeru dobre skladnosti podlage z žlahtnim delom) izbrani sorti zagotavlja večje pridelke.

5 Literatura

- Alexopoulos, A., Kondylis, A., Passam, H. C. 2007. Fruit yield and quality of watermelon in relation to grafting. *Journal of food, agriculture & environment*, 5(1): 178-179
- Augustin, B., Graf, V., Laun, N. 2002. Einfluss der Temperatur auf die Effizienz von Tomatenveredlung gegenüber Wurzelgallenälchen (*Meloidogyne arenaria*) und der Korkwurzelkrankheit (*Pyrenochaeta lycopersici*). *Zeitschrift für Pflanzenkrankheit und Pflanzenschutz*, 109, 4: 371-383
- Batchelor, T. 2001. Methyl bromide action in China. *FECO, SEPA & GTZ*, 3: 1-4
- Besri, M. 2002. Tomato grafting as an alternative to methyl bromide in Morocco. *Institut Agronomie et Veterinaire Hasan II. Morocco*: 7 s.

- Jaksch, T., Kell, K. 1997. Tomatenveredelung sichert Mehrertrage. *Gemuese (Muenchen)*, (33), 5: 345-346
- Kacjan-Maršić, N., Osvald, J. 2004. The influence of grafting on yield of two tomato cultivars (*Lycopersicum esculentum* Mill.) grown in a plastic house. *Acta agriculturae slovenica*, Ljubljana, 83-2: 243-250
- Lee, J. M. 1994. Cultivation of grafted vegetables. 1. Current status, grafting methods, and benefits. *Hortscience*, 29: 235-239
- Lee, J. M., Bang, H. J., Ham, H. S. 1998. Grafting of vegetables. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*, 67(6): 1098-1104
- Lee, J. M. 2003. Advances in Vegetable Grafting. *Chronica Horticulturae*, 43, 3:13-19
- Miguel, A., Maroto, J. V., San Bautista, A., Baixauli, C., Ceolla, V., Pascual, B., Lopez, S., Guardiola, J. L. 2004. The grafting of triploid watermelon is an advantageous alternative to soil fumigation by methyl bromide for control of Fusarium wilt. *Scientia horticulturae*, 103: 9-17
- Maync, A. 1998. Tomatenkultur im kalten Folienfaus - Veredelung und Ertrag. *Gemuese (Muenchen)*, (34)12: 668-672
- Morra, L. 1998. Potenzialita e limiti dell'innesto in orticoltura. *L'informator agrario*, 49: 39-42
- Morra, L., Bilotto, M. 1998. Indagine sull'innesto erbaceo nell settore vivaistico. *L'Informatore agrario* 49: 43-46
- Oda, M., Nagaoka, M., Mori, T., Sei, M. 1994. Simultaneous grafting of young tomato plants using grafting plates. *Scientia Horticulturae*, 58: 259-264
- Oda, M. 1999. Grafting of vegetables to improve greenhouse production. Food & fertilizer technology center. <http://www.agnet.org/library/article/eb480.htm> (10. okt. 2002)
- Poffley, M. 2003. Grafting tomatoes for bacterial wilt control. *Agnote*, 603, No. B40.
- Traka-Mavrona, E., Koutsika-Sotiriou, M., Pritsa, T. 2000. Response of squash (*Cucurbita* spp.) as rootstock for melon (*Cucumis melo* L.). *Scietia Horticulturae*, 83: 353-362
- Trionfetti Nisini, P., Colla, G., Granati, G., Temperini, O., Crino, P., Saccardo, F. 2002. Rootstock resistance to fusarium wilt and effect on fruit yield and quality of two muskmelon cultivars. *Scientia Horticulturae*, 93: 281-288
- Vakalounakis, D. J. 1990. Alternatives to methyl bromide for control of fungal diseases of greenhouse cucumbers in Greece. N.AG.RE.F., Plant Preotection Institute, Heraklio, Crete: 1-5
- Yetisir H., Sari N. 2003. Effect of different rootstock on plant growth, yield and quality of watermelon. *Australian journal of experimental agriculture*, 43: 1269-1274

Koliko sladkorjev in vitamina C je v svežem zelju (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

Dragan ŽNIDARČIČ⁶⁸, Miloša GOGALA⁶⁹, Dean BAN⁷⁰, Rajko VIDRIH⁷¹

Izveček

V raziskavi smo z metodo HPLC določali vsebnost vitamina C in sladkorjev v zelju (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) za svežo uporabo. Analizirali smo 12 kultivarjev, vzgojenih na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Rezultati so pokazali, da zeljnate glave v povprečju vsebujejo 4.475 mg skupnih sladkorjev/100 g svežega zelja, 162 mg saharoze/100 g svežega zelja, 2.634 mg glukoze/100 g svežega zelja in 1.690 mg fruktoze/100 g svežega zelja. Največ skupnih sladkorjev sta vsebovala cv. 'Hermes' in cv. 'Atria'. Vsebnost vitamina C pa se je gibala med 37 mg/100 g svežega zelja (cv. 'Maestro') in 68 mg/100 g svežega zelja (cv. 'Hinova').

Ključne besede: zelje, *Brassica oleracea*, enostavni sladkorji, vitamina C

How much sugars and vitamin C are found in raw cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*)

Abstract

In the research the content of vitamin C and sugars in cabbage for raw use has been determined with the so-called HPLC method. For this purpose 12 cultivars of cabbage grown in the Laboratory field of The Biotechnical Faculty in Ljubljana have been analysed. The results have shown that on average head cabbages contain 4,475 mg of common sugars/100g raw cabbage, 162 mg sucrose/100g raw cabbage, 2,634 mg glucose/100 g raw cabbage and 1,690 mg fructose/100g raw cabbage. Cv.'Hermes' and cv. 'Atria' contained the most common sugars. The vitamin C content ranged between 37 mg/100g raw cabbage (cv. 'Maestro') and 68 mg/100g raw cabbage (cv. 'Hinova').

Key words: cabbage, *Brassica oleracea*, simple sugars, vitamina C

1 Uvod

Po hranilni vrednosti se zelje uvršča med vrtnine z nižjo energijsko vrednostjo, a je bogato z vitamini (B₁, B₂, C, E in K), minerali (Ca, K, P, Mg in Na) in vlakninami (Černe, 1999). V zadnjem času pa je zelje predmet številnih raziskav tudi zaradi glukozinolatov, ki jim pripisujejo antikancerogene učinke (Van Duyn in Pivonka, 2000).

Poleg glukozinolatov zelje vsebuje tudi pomemben antioksidant – vitamin C (Rudan Tasič, 2000). Ker človek sodi med organizme, ki vitamina C ne morejo sintetizirati, je odvisen od eksogenega vnosa vira tega vitamina (Basu in Dickerson, 1996). V celicah se po reakciji z glutationom, ki jo katalizirajo encimi protein disulfid izomeraze in glutaredoksini, nahaja v reducirani obliki (Meister, 1994). V takšni obliki je močan reducent in tako lahko reducira ter s tem nevtralizira reaktivne kisikove zvrsti, kot je vodikov peroksid (Padayatty in sod., 2003). Poleg neposrednega antioksidantnega delovanja je tudi substrat za antioksidantni encim askorbat peroksidazo, kar je še posebno pomembno za obrambo pred stresom pri rastlinah (Shigeoka in sod., 2002).

⁶⁸ Mag., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, p.p. 95, 1000 Ljubljana

⁶⁹ Prof., Biotehniški center, Strahinj 99, 4202 Naklo

⁷⁰ Dr., Institut za poljoprivredu i turizam, Karla Huguesa 8, 52440 Poreč

⁷¹ Dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, p.p. 95, 1000 Ljubljana

Vitamin C najdemo skoraj izključno v živilih rastlinskega izvora (Oruña-Concha in sod., 1998). Tako je njegova količina v zelju v odvisnosti od različnih faktorjev, kot so vrsta in del rastline (odvisno od količine sončne svetlobe, ki jo vsak del rastline prejme med rastjo), stopnja zrelosti, klima, način pobiranja in skladiščenja. Tako vsebuje na primer kocen pri zelju več vitamina kot zunanji listi (Simčič in sod., 2004). Razlike v vsebnosti vitamina med različnimi kultivarji zelja lahko pripišemo izpostavljenosti površine, mehanskim poškodbam, vsebnosti sulfhidrilnih komponent in njihovim različnim encimskim aktivnostim (Favell, 1998; Kurilich in sod., 1999; Vallejo in sod., 2002). Zaradi termične obdelave zelja se zmanjša vsebnost vitamina C. Tako se na primer v strženu, med 10-minutnim kuhanjem, ohrani več kot 80 % vitamina, medtem ko ga v glavah ostane manj kot 60 %. Najbolj pa se vitamin razkroji s pranjem in čiščenjem zeljnih glav. Izgubo vitamina lahko omilimo z nizkimi temperaturami skladiščenja, še posebno z zamrzovanjem (Bender, 1993).

Na prehransko kakovost zelja vplivajo tudi v vodi topni ogljikovi hidrati oziroma sladkorji. Te, predvsem saharozo, uporabljamo kot konzervanse, ker imajo plazmolitičen učinek. Mikroorganizmom odtegnejo vodo in jim tako preprečijo delovanje. Če je sladkorjev manj kot 50 %, pa pride do alkoholnega vrenja. Vrenje je tudi proces, v katerem mlečnokislinske bakterije pretvarjajo mlečni sladkor v mlečno kislino. To je tako imenovano mlečnokislinsko vrenje pri zelju. To pa lahko dobi neprijeten okus in vonj po masleni kislini, če pride namesto mlečnokislinskega do maslenokislinskega vrenja (Žnidarčič in Požrl, 2005).

Pridelovanje zelja ima v Sloveniji stoletno tradicijo. Gojimo v glavnem domače sorte, požlahtnjene iz avtohtonih populacij, ki izvirajo iz okolice Ljubljane, to so Kašelsko in Ljubljansko zelje. Z Bloške planote izhaja Bloško zelje, iz Škofjeloškega pogorja Zaloško zelje ter iz južnega dela Slovenije različni tipi Varaždinskega zelja (Rudolf, 2002). Prednost domačih sort je v lastnostih, ki so vezane na zahteve domačega trga (debelina in trdota listov, oblika in barva glave), medtem ko so hibridni kultivarji bolj izenačeni in dosegajo veliko večje pridelke (Pušenjak, 1999).

Namen naše raziskave je bil analizirati nekatere najpomembnejše prehranske sestavine »tujih« kultivarjev zelja, ki se vse bolj uveljavljajo na našem trgu.

2 Material in metode dela

Dvanajst kultivarjev zelja ('Atria', Semenarna; 'Delus', Semenarna; 'Galaxy', Semenarna; 'Hinova', Beyo; 'Holandsko pozno rdeče', Semenarna; 'Lennox', Agracaso; 'Vestri', Semenarna; 'Destiny', Agracaso; 'Tucana', Semenarna; 'Hermes', Semenarna; 'Maestro', Agrocaso; in 'Delphi', Semenarna) smo pridelali na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete Oddelka za agronomijo v Ljubljani.

Določanje sladkorjev z metodo HPLC: vzorce za določitev vsebnosti sladkorjev smo pripravili iz posameznih glav vsakega kultivarja. Narezane glave zelja smo prelili z bidestilizirano vodo do 50 ml. Nato smo jih zmleli s homogenizatorjem Ultra Turrax T-25 (Ika - Labortechnik) in jih pustili eno uro za ekstrakcijo. Po ekstrakciji smo homogenizirane vzorce centrifugirali v centrifugi Centronic 322 A (Tehtnica) pri 4200 obratih/min 10 minut. Pred injiciranjem na kolono smo vzorce filtrirali skozi 0,42 µm Minisart filter (RC-25, Sartorius).

Za določitev vrste in koncentracije posameznih sladkorjev smo pripravili raztopine znanih koncentracij in jih analizirali ločeno. Koncentracije posameznih standardov so bile v območju vsebnosti teh snovi v vzorcih zelja. Z analizo standardov smo dobili čase, v katerem se neka snov pojavi na kromatogramu. S primerjanjem kromatogramov standarda in vzorcev smo določili vrsto organske spojine. Standardi sladkorjev so imeli naslednje retenzijske čase:

- saharoza 8,5 min
- glukoza 10,5 min
- fruktoza 13,0 min

HPLC-metoda določanja vitamina C: 10 g kristalov metafosforne kisline (HPO_3) smo zdrobili v terilnici, to smo dali v 500 ml bučko ter prelili z destilirano vodo in premešali. Vzorce zelja smo prelili s tekočim dušikom in jih v terilnici 3 minute homogenizirali. Nato smo odtehtali 10 g vzorca v prahu, dodali 20 g 2-odstotne metafosforne kisline (za stabilizacijo askorbinske kisline), premešali in pustili stati eno uro. Potem smo filtrirali skozi filtrirni papir (črni trak) ter vzorec shranili in zamrznili v plastični epruveti z zamaškom. Pred analizo smo vzorce odtalili tako, da smo jih postavili za eno minuto v vodno kopel s temperaturo 40°C , potem pa smo jih prelili v ependorffke in centrifugirali 10 minut pri 13.500 obratih. Supernatant smo filtrirali (prve mililitre filtrata smo zavrgli) skozi celulozacetatni filter (Millipore, $0,45\ \mu\text{m}$).

Priprava standarda: pripravljeno raztopino vitamina C oz. askorbinske kisline (1 mg/ml) smo 10-krat razredčili z 2-odstotno HPO_3 . Kromatografski pogoji:

- gradientna črpalka: Maxi Star, Knauer
- kolona: Aminex HPX – 87 H, $300 \times 7,8\ \text{mm}$; Bio-Rad
- mobilna faza: $0,004\ \text{M}\ \text{H}_2\text{SO}_4$
- pretok mobilne faze: $0,6\ \text{ml/min}$
- volumen injiciranja: $10\ \mu\text{l}$
- detektor: UV – VIS, $245\ \text{nm}$, Knauer

Izračun koncentracije vitamina C oz. askorbinske kisline: $\text{konc. CV v raztopini [mg/l]} = (\text{površina vzorca/površina standarda}) \times \text{konc. standarda}$; $\text{konc. CV v raztopini [mg/100 g]} = (\text{konc. CV v raztopini} \times (\text{odtehta (10 g)} + \text{masa HPO}_3 (20\ \text{g})/(\text{odtehta (10 g)} \times 10 = (\text{površina vzorca/površina standarda}) \times 100\ \text{mg/l}) \times 30\ \text{g/100} = (\text{površina vzorca/površina standarda}) \times 0,03\ \text{l}$.

Statistično značilne razlike smo preverjali z Duncanovim testom, pri katerem smo upoštevali 5-odstotno tveganje.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 VSEBNOST SLADKORJEV

Preizkušani kultivarji zelja so v povprečju vsebovali $4.475\ \text{mg}$ skupnega sladkorja/100 g svežega zelja (Preglednica 1). Statistično značilno najnižjo vrednost skupnega sladkorja je dosegel cv. 'Lenox' ($3.326\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja), medtem ko sta največ skupnih sladkorjev vsebovala cv. 'Hermes' ($5.388\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja) in cv. 'Atria' ($5.462\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja).

Od posameznih sladkorjev je vsebovalo zelje, ki smo ga analizirali, v povprečju zelo malo saharoze ($162\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja), medtem ko sta bili fruktoza ($1.690\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja) in glukoza ($2.634\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja) zastopani v veliko večjih količinah. Nad $100\ \text{mg}$ saharoze v vzorcu so dosegali le trije kultivarji, in sicer cv. 'Galaxy' ($110\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja), cv. 'Tucana' ($380\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja) in cv. 'Atria' ($754\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja). Glede vsebnosti glukoze smo najnižje vrednosti izmerili pri cv. 'Lennox' ($2.023\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja), medtem ko sta cv. 'Tucana' ($2.999\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja) in cv. 'Hermes' ($3.049\ \text{mg/100 g}$ svežega zelja) dosegla najvišje vrednosti tega enostavnega sladkorja. Podobno kot pri glukozi so se trendi kazali tudi pri vsebnosti fruktoze, tako da je bil cv. 'Lennox' od vseh kultivarjev najbolj skromen tudi glede vsebnosti fruktoze ($1.215\ \text{mg/100 g}$).

svežega zelja, najvišjo vrednost fruktoze pa je dosegel cv. 'Hermes' (2.274 mg/100 g svežega zelja).

Preglednica 1: Vsebnost saharoze, glukoze in fruktoze v različnih kultivarjih zelja (mg/100 g svežega zelja)

Kultivar	Saharoza	Glukoza	Fruktoza	Skupaj
Hinova	63 b*	3.030 c	2.146 bc	5.240 cd
Delphi	84 c	2.129 a	1.321 a	3.534 ab
Hermes	64 b	3.049 c	2.274 c	5.388 d
Delus	83 c	2.375 ab	1.325 a	3.783 ab
Atria	754 f	2.627 b	2.081 b	5.462 d
Tucana	380 e	2.999 c	1.647 ab	5.027 c
Destiny	90 c	2.473 ab	1.785 b	4.348 b
Vestri	23 a	2.955 c	1.839 b	4.817 c
Galaxy	110 d	2.485 ab	1.514 ab	4.110 b
Lennox	88 c	2.023 a	1.215 a	3.326 a
Maestro	86 c	2.682 b	1.542 ab	4.311 b
Hol. pozno	88 c	2.727 b	1.536 ab	4.350 b
Povprečje	162 d	2.634 b	1.690 ab	4.475 bc

*Enaka črka v stolpcu označuje, da med obravnavanjema ni statistično značilnih razlik.

Meritve sladkorjev smo primerjali s podatki Soucija in sod. (2000) in ugotovili, da je v kultivarjih, ki smo jih preizkušali v naših agroekoloških pogojih, vsebnost saharoze v povprečju manjša, kot jo navajata avtorja. Primerljive rezultate smo dobili le pri cv. 'Atria' in cv. 'Tucana'. Ista raziskava je pokazala nasprotno rezultate za glukozo, ki jo je bilo več v zelju iz naše raziskave. Glede vsebnosti fruktoze pa med raziskavama praktično ni bilo razlik. Vsebnost sladkorjev v zelju so merili tudi Wennberg in sod. (2006). Tudi iz njihove raziskave lahko sklepamo, da so naši vzorci zelja vsebovali zelo malo saharoze. Po mnenju Ayazaa (1999) pride do zmanjšanja vsebnosti saharoze zaradi razgradnje tega sladkorja, ki ga med dozorevanjem povzroči invertaza. Prav tako je primerjava za fruktozo pokazala, da imajo vsi kultivarji, razen cv 'Hermes', cv. 'Tucana' in cv. 'Hinova', manjšo vsebnost tega enostavnega sladkorja.

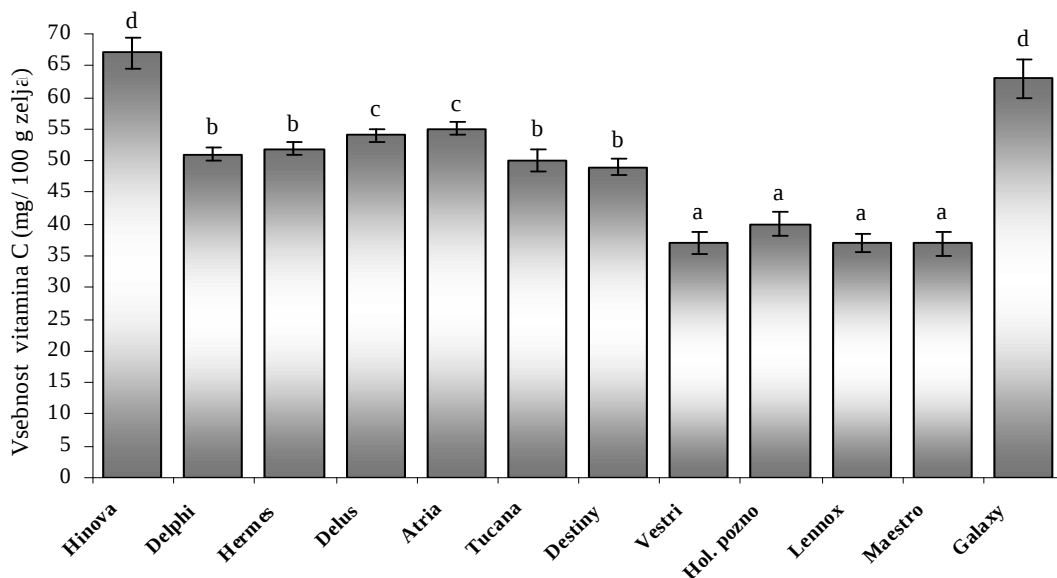
3.2 VSEBNOST VITAMINA C

Kultivarji zelja so v povprečju vsebovali 50 mg vitamina C/100 g svežega zelja (slika 1). Največjo vsebnost vitamina sta imela cv. 'Galaxy' (63/100 g svežega zelja) in cv. 'Hinova' (68/100 g svežega zelja), najnižje vrednost pa so dosegli cv. 'Vestri' (37 mg/100 g svežega zelja), 'Lennox' (37 mg/100 g svežega zelja) ter obe rdeči zelji in sicer cv. 'Maestro' (37 mg/100 g svežega zelja) in 'Holandsko pozno rdeče' (40 mg/100 g svežega zelja).

Po mnenju Levine in sod. (1999) bi s presno hrano morali dnevno zaužiti vsaj 200 mg vitamina C v petih obrokih, da bi zaradi interakcij med askorbatom in preostalimi bioaktivnimi komponentami v hrani zmanjšali tveganje obolenosti za rakom. Tem kriterijem bi torej zadostili, če bi na dan zaužili od 40 do 50 dag kateregakoli zelja iz našega poskusa.

Podobne vrednosti z vitaminom C so v svojih poskusih dobili tudi Scherz in Senser (1994), Kurilich in sod. (1999) ter Souci in sod. (2000). Naše rezultate smo primerjali tudi z analizami, ki jih je opravila Kobovc (2000). Slednja je ugotovila, da se vrednosti vitamina C gibljejo med 87 mg/100 g svežega zelja (zelje iz trgovine na Primorskem), 63 mg/100 g svežega zelja (uvoženo zelje iz trgovine v Ljubljani) in 32 mg/100 g svežega zelja (zelje iz Prekmurske veletrgovine). Nekoliko širši razpon vrednosti pa sta izmerila Černe in Vrhovnik

(1992), ki navajata, da je belo zelje vsebovalo med 20 in 100 mg vitamina C/100 g svežega zelja, rdeče pa med 40 in 79 mg/100 g svežega zelja. V drugem poskusu je Černe (1998) izmerila vsebnosti vitamina C v mejah od 30 do 60 mg/100 g svežega zelja za belo ter med 40 in 75 mg/100 g svežega zelja za rdeče zelje. Vsebnost vitamina C smo primerjali tudi s hrvaškimi prehranskimi tablicami (Kulier, 1996), ki navajajo povprečno vsebnost za belo zelje 45,8 mg/100 g svežega zelja in za rdeče zelje 50 mg/100 g svežega zelja. Iz naših rezultatov pa lahko razberemo, da je povprečna vsebnost v belih kultivarjih 53 mg/100 g svežega zelja, v rdečih pa 38 mg/100 g svežega zelja.



Slika 1: Vsebnost vitamina C v različnih kultivarjih zelja (mg/100 g svežega zelja)

4 Sklepi

Na podlagi opravljenega dela lahko povzamemo naslednje sklepe:

- analizirani kultivarji so v povprečju vsebovali 4.475 mg skupnega sladkorja/100 g svežega zelja, najvišje vrednosti pa sta dosegala cv. 'Hermes' in cv. 'Atria';
- glavni vodotopni sladkorji v zelju so saharoza, glukoza in fruktoza. Vsi kultivarji so dosegali nizko vsebnost saharoze, ki je z vidika kisanja zelja najpomembnejši enostavni sladkor;
- vsebnost vitamina C je v povprečju dosegala vrednost 50 mg/100 g svežega zelja. Od posameznih kultivarjev sta največ vitamina vsebovala cv. 'Galaxy' in cv. 'Hinova'.

5 Literatura

- Ayaz, F. A., Kadioglu, A., Dogru, A. 1999. Soluble sugar composition of *Elaeagnus angustifolia* L. var. *orientalis* (L.) Kuntze (Russian olive) fruits. *Turk. J. Bot.*, 23: 349–354
- Bender, D. A. 1993. Ascorbic acid. V: *Encyclopaedia of food science, food technology and nutrition*. Vol. 1. Macrae R., Robinson R. K., Sadler M. J. (eds.) London, Academic Press: 269–280
- Basu, T. K., Dickens, J. W. T. 1996. *Vitamins in human health and disease*. Wallingford, CAB Internat.: 125–146
- Černe, M. 1999. Kapusnice. *Sod. Kmet.*, 32, 11: 507–511

- Favell, D. J. 1998. A comparison of the vitamin C content of fresh and frozen vegetables. *Food Chem.*, 62, 1: 59–64
- Kobovc, T. 2000. Določanje vsebnosti vitamina C v različnih vrstah zelenjave. Dipl. delo, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za živilstvo, 63. s.
- Kurilich, A. C., Tsau, G. J., Brown, A., Howard, L., Klein, B. P., Jeffery, E. H. 1999. Carotene, tocopherol, and ascorbate contents in subspecies of *Brassica oleracea*. *J. Agr. Food Chem.*, 47: 1576–1581
- Levine, M., Steven, C., Rumsey, C., Rushad, D., Jae, B.P., Yaohui, W. 1999. Criteria and recommendations for vitamin C intake. *JAMA*, 281: 1415–1423
- Meister, A. 1994. Glutathione-ascorbic acid antioxidant system in animals. *J. Biol. Chem.*, 269, 13: 9397–400
- Oruña – Concha, M. J., Gonzalez – Castro, M. J., Lopez – Hernandez, J., Simal – Lozano, J. 1998. Monitoring of the vitamin C content of frozen green beans and padron peppers by HPLC. *J. Sci. Food and Agr.*, 76: 477–480
- Rudan – Tasič, D. 2000. Vitamin C, vitamin E in koencim Q₁₀. Antioksidanti v živilstvu, 20. Bitenčevi živilski dnevi 2000. Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Ljubljana: 40–48
- Rudolf, K. 2002. Razvoj biotehnoloških metod žlatnjenja zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) in čebule (*Allium cepa* L.) z indukcijo haploidov ter genetskimi manipulacijami moške sterilnosti. Dokt. dis. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 95 s.
- Padayatty, S., Katz, A., Wang, Y., Eck, P., Kwon, O., Lee, J., Chen, S., Corpe, C., Dutta, A., Dutta, S., Levine, M. 2003. Vitamin C as an antioxidant: evaluation of its role in disease prevention. *J Am. Coll. Nutr.*, 22, 1: 18–35
- Pušenjak, M. 1999. Žlahtnjenje, vzdrževalna selekcija in pridelovanje semena zelja v Sloveniji. *Sodob. kmet.*, 32, 11: 513–515
- Shigeoka, S., Ishikawa, T., Tamoi, M., Miyagawa, Y., Takeda, T., Yabuta, Y., Yoshimura, K. 2002. Regulation and function of ascorbate peroxidase isoenzymes. *J. Exp. Bot.*, 53: 1305–19
- Vallejo, F., Tomas – Barberan, F., Garcia-Viguera, C. 2003. Health-promoting compounds in broccoli as influenced by refrigerated transport and retail sale period. *J. Ag. Food Chem.*, 51 3029–3034
- Van Duyn, M. A., Pivonka, E. 2000. Overview of the health benefits of fruit and vegetable consumption for the dietetics professional: *J. Am. Diet. Assoc.*, 100, 12: 1511–1521
- Simčič, M., Baloh, N., Žnidarčič, D. 2004. Učinek skladiščnih razmer na spremembo kakovosti zelja in kitajskega kapusa. *New Chall. Field. Crop. Prot.*, Čatež ob Savi, Dec. 13–14, 2004, Ljubl., Slov. Soc. Agron.: 263–268
- Žnidarčič, D., Požrl, T. 2005. Kisanje zelja. *MMS*, 36, 11: 36–37

Možnosti gojenja motovilca (*Valerianella olitoria* L.) na stiropornih ploščah na poplavnih mizah

Dragan ŽNIDARČIČ⁷², Nina KACJAN MARŠIČ⁷³

Izvleček

Raziskava je bila opravljena v februarju in marcu 2008 v steklenjaku na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. V poskus gojenja motovilca (*Valerianella olitoria* L.) na poplavnih mizah smo vključili 2 dejavnika: stiroporne gojitvene plošče s 40, 84 in 160 celicami in sorte 'Holandski motovilec', 'Ljubljanski motovilec' in 'Favor'. V gojitvene plošče smo posejali od 2 do 3 semena motovilca na celico. V fazi kličnih listov smo sejančke razredčili, tako da je ostala le ena rastlina na celico. Rastline smo porezali po 42 dneh. Na splošno se je masa svežih listov na celico večala z večanjem prostornine celice. Sorti 'Holandski motovilec' in 'Ljubljanski motovilec' sta največjo maso svežih listov/m² imeli na ploščah s 84 celicami, medtem ko je imela sorta 'Favor' najvišji pridelek na ploščah s 160 celicami.

Ključne besede: motovilec, *Valerianella olitoria* L., poplavne mize, gojitvene plošče, biometrične lastnosti rastlin, pridelek

The possibilities of growing corn salad (*Valerianella olitoria* L.) on styrofoam plug trays on ebb and flow benches

Abstract

The research was conducted in a glasshouse placed on the Laboratory field of Biotechnical Faculty in Ljubljana, from February to March 2008. In the trial of production of corn salad (*Valerianella olitoria* L.) on ebb and flow benches 2 factors were considered: styrofoam plug trays with 40, 84 and 160 cells and cultivar 'Holandski motovilec', 'Ljubljanski motovilec' and 'Favor'. The seeds of corn salad were sown in plug trays at 2–3 seeds per each cell. After germination young plants were pulled out, so that one plant per cell was left. After the period of 42 days the plants were cut off. Mass of fresh leaves/cell generally increased with increased cell volume. Cv 'Holandski motovilec' and 'Ljubljanski motovilec' reached the highest mass of fresh leaves/m² in plug trays with 84 cells, while cv. 'Favor' gained the highest yield from trays with 160 cells.

Key words: corn salad, *Valerianella olitoria* L., ebb and flow benches, plug trays, biometric attributes of plants, yield

1 Uvod

V zadnjih nekaj letih se je v večini evropskih držav močno povečal tržni delež sveže narezanih (»ready-to-eat«) vrtnin (Gomez-Lopez in sod., 2008). Med njimi eno od vodilnih mest zaseda motovilec (*Valerianella olitoria* L.) (Fontana in sod., 2003). Ta enoletnica ima poleg visoke vsebnosti provitaminov A in C ter rudninskih snovi med vsemi solatnicami tudi največ listnega zelenila (Hormes, 1996).

Motovilec je posebno cenjena zelenjadnica v pozno jesenskem in zimskem času. Takrat dosega visoko ceno in vse več pridelovalcev se odloča za njegovo gojenje v zavarovanem prostoru, ker ta način pridelave omogoča boljši, hitrejši in večkratni pridelek. Običajno pridelovalci sejejo motovilec neposredno v tla in ga v tehnološki zrelosti sproti režejo in

⁷² Mag., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za vrtnarstvo, p.p. 95, 1000 Ljubljana, e-pošta: dragan.znidarcic@bf.uni-lj.si

⁷³ Dr., prav tam, e-naslov: nina.kacjan.marsic@bf.uni-lj.si

prodajajo. Vse bolj pa iz vrtnarsko bolj razvitih držav k nam prodirajo nove tehnologije pridelave.

Ena od možnosti je kontejnersko gojenje motovilca, predvsem na stiropornih gojitvenih ploščah (Žnidarčič in Kacjan - Maršič, 2008). Pri tem načinu vsaka rastlina raste v svoji celici, tako da je njen koreninski sistem ločen od sosednjih rastlin, s čimer se zmanjša tekmovalnost med rastlinami in poveča njihova izenačenost (NeSmith in Duval, 1998). Takšna pridelava ima v primerjavi s klasično vzgojo še druge prednosti: olajša nam pobiranje pridelka, ker lahko gojitvene plošče dvignemo in jih postavimo na primerno višino, na kateri režemo rastline, ni nam treba čistiti rastlin (Florjančič, 2006), nimamo težav s pleveli, rastna doba je krajša in zmanjšajo se potrebe po sredstvih za varstvo rastlin (Žnidarčič in Kacjan - Maršič, 2008). Lee in Yang (1999) sta dokazala, da imajo tako vzgojeni solata, kitajsko zelje in vrtna kreša sposobnost daljšega skladiščenja v primerjavi s tistimi vrtninami, ki so bile gojene v zemlji.

Še naprednejša tehnologija pa je gojenje vrtnin na gojitvenih ploščah, ki jih postavimo na poplavne mize. Sistem poplavnih miz (»Ebb and flow system«) je razmeroma poceni in ima enostaven sistem namakanja (Nicola in sod., 2007). Deluje tako, da občasno namočimo rastni substrat s hranilno raztopino. Začetek namakanja oziroma tako imenovani cikel plime sprožimo s časovnim stikalom, ki je povezano s potopno črpalko. Ko stikalo izključi delovanje črpalke, »izrabljena« raztopina steče nazaj v rezervoar. Tako se stikalo, odvisno od lastnosti substrata, temperature zraka, relativne vlage in od zahtev rastlin, vključi nekajkrat na dan (Osvald in sod., 2005). Še posebno so poplavne mize pomembne v rastlinjakih z intenzivnim prezračevanjem, ki povzroča večjo transpiracijo pri rastlinah (Fontana in sod., 2003).

Vavrina in Hochmut (1996) sta prišla do sklepa, da se z gojenjem vrtnin na poplavnih mizah poveča natančnost doziranja in zmanjša izpiranje hranil iz substrata. Po mnenju Thomasa (1993) se poraba sredstev za varstvo rastlin zmanjša za 50 do 60 %, poraba vode je manjša za 85 %, prihranek pri hranilih je 50 %, zmanjša se nevarnost onesnaženja podzemne vode in rastline so manj podvržene napadom bolezní.

V naši raziskavi smo skušali ugotoviti, kako se različne sorte motovilca odzivajo na gojenje na stiropornih gojitvenih ploščah, ki smo jih postavili na poplavne mize.

2 Material in metode dela

Praktični del eksperimenta je potekal od 12. februarja do 26. marca 2008 v steklenjaku laboratorijskega polja Biotehniške fakultete. Proučevana dejavnika sta bila dva: sorta in število celic na stiroporni gojitveni plošči. V raziskavo smo vključili tri sorte motovilca, in sicer 'Holandski motovilec' (široki, okroglasti in hrapavi listi), 'Ljubljanski motovilec' (podolgovati, ozki in gladki listi) in 'Favor' (kompaktna listna rozeta s krajšimi listi). Izbrane stiroporne gojitvene plošče s 40 (60 ml), 84 (35 ml) in 160 (20 ml) celicami smo napolnili s Klasman Traysubstratom (pH 6–6.5; N 180 mg L⁻¹; 210 mg L⁻¹ P₂O₅; 250 mg L⁻¹ K₂O; 85 mg L⁻¹ MgO + mikroelementi). Poskus je bil zasnovan po metodi naključnih blokov (dvofaktorski poskus) v treh ponovitvah (ena gojitvena plošča je pomenila eno ponovitev).

Seme smo sejali ročno, in ko so rastline dosegle razvojno fazo od 2 do 3 pravih listov, smo jih razredčili, tako da je bila v vsaki celici po 1 rastlina. S pomočjo namakalnega sistema smo rastline na gojitvenih ploščah, odvisno od mikroklimatskih pogojev, poplavljali običajno 1-krat na dan za 6 minut. Enkrat na teden smo rastline zalili z vodotopnim gnojilom YaraMilaTM (Yara International ASA) z razmerjem hranil NPK 15 : 15 : 15.

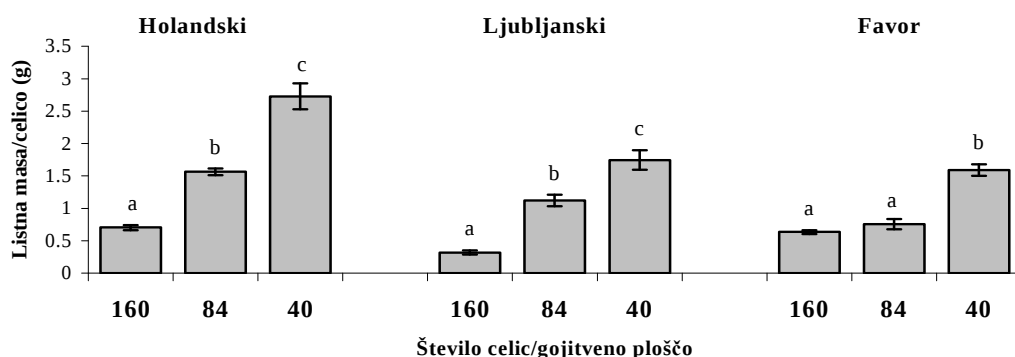
Povprečna dnevna temperatura v steklenjaku je znašala 14 °C (± 2), medtem ko smo relativno zračno vlago s pasivnim prezračevanjem vzdrževali na 75 % (± 10).

Motovilec smo po 42 dneh ročno porezali (v fazi od 6 do 7 pravih listov). Na vsaki gojitveni plošči smo analizirali rastline iz 10 naključno izbranih celic. V rezultatih smo prikazali povprečne vrednosti meritev za posamezno ponovitev.

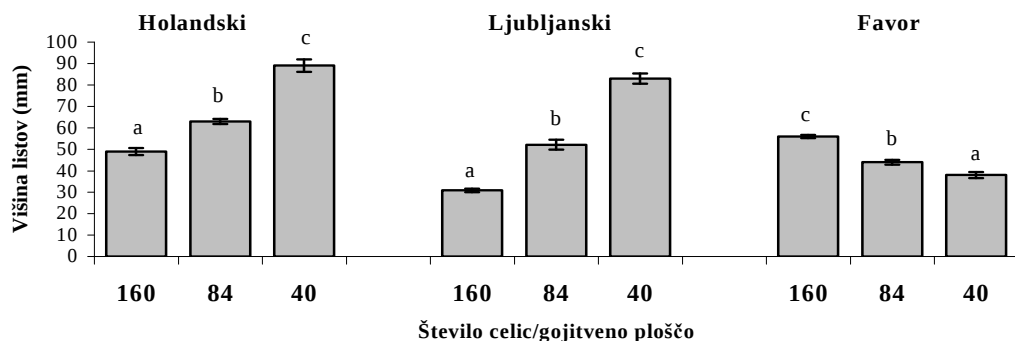
3 Rezultati z diskusijo

Rezultati poskusa so pokazali, da na gojitvenih ploščah na poplavnih mizah lahko vzgojimo motovilec visoke kakovosti. Po pričakovanju pa sta število celic oziroma njihova velikost statistično pomembno vplivali tudi na pridelek in njegove kvalitativne lastnosti.

Največ listne mase (slika 1) na celico je dosegla sorta 'Holandski', in sicer so bile rastline v povprečju težje za 0,66 g od sorte 'Ljubljanski' oziroma za 0,68 g od sorte 'Favor'. Listna masa na celico se je značilno razlikovala med vsemi obravnavanji glede na velikost celice pri sortah 'Holandski' in 'Ljubljanski'. Pri sorti 'Favor' med gojitvenimi ploščami s 84 in 160 celicami ni bilo razlik v masi, medtem ko se je masa nadzemnega dela rastlin pri ploščah s 40 celicami podvojila.



Slika 1: Listna masa rastlin na celico (g)



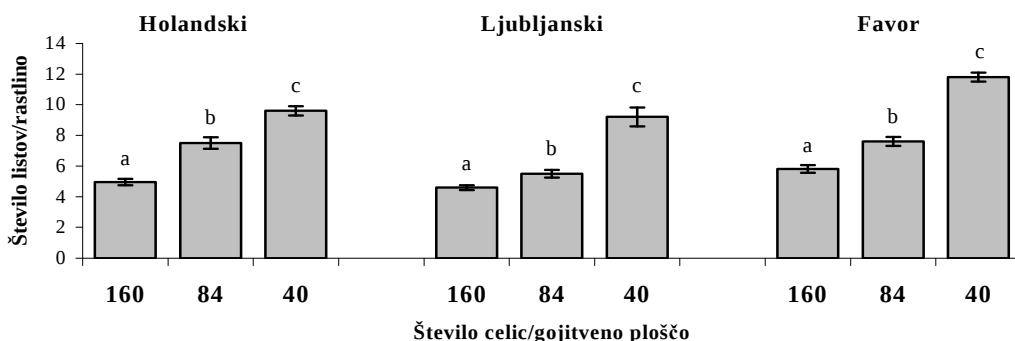
Slika 2: Višina listov (mm)

Tudi glede višine listov (slika 2) je dala najboljše rezultate sorta 'Holandski', pri kateri so listi v povprečju dosegali višino 67 mm. Nižje vrednosti smo zabeležili pri sorti 'Ljubljanski' (55,3 mm), medtem ko so listi sorte 'Favor' v povprečju zrasli le do 46 mm. Višina listov oziroma rastlin je tesno povezana z njihovim habitusom, ki je za različne tipe motovilca različen. Ker

ima sorta 'Favor' zbito in nizko rast, je bila višina listov v primerjavi s preostalima sortama najnižja.

Podoben trend spreminjanja višine listov se je pokazal pri sortah 'Holandski' in 'Ljubljanski': pri obeh se je višina listov večala z večanjem prostornine celice od 20 proti 60 ml. Prav nasprotno rezultate pa smo dobili pri sorti 'Favor', saj so listi rastlin, gojeni v najmanjših celicah, dosegli 56 mm, listi rastlin iz največjih celic pa le 38 mm. Do podobnih rezultatov je pri svojem delu prišla Dvornikova (2003), ki je rastlinam sorte 'Juwahit', gojenim v 25-ml celica, v višino namerila 53 mm.

Pri številu listov smo upoštevali število razvitih listov na posamezni rastlini, ki je rasla v celici. Pri vseh treh sortah smo z naraščajočim številom celic našli več listov na rastlini (slika 3). Da velikost celice močno vpliva na število listov, sta dokazala že Nicole in Cantlife (1996). Tudi Žnidarčič in Kacjan - Maršič (2008) sta v svoji raziskavi prišla do ugotovitve, da se z večanjem prostornine celice poveča tudi število listov na rastlino. Iz tega lahko zaključimo, da se z večjo prostornino celice oziroma z manjšim številom rastlin na enoto površine tudi zmanjša tekmovalnost med rastlinami, to pa rastlini omogoča razvoj večjega števila listov.



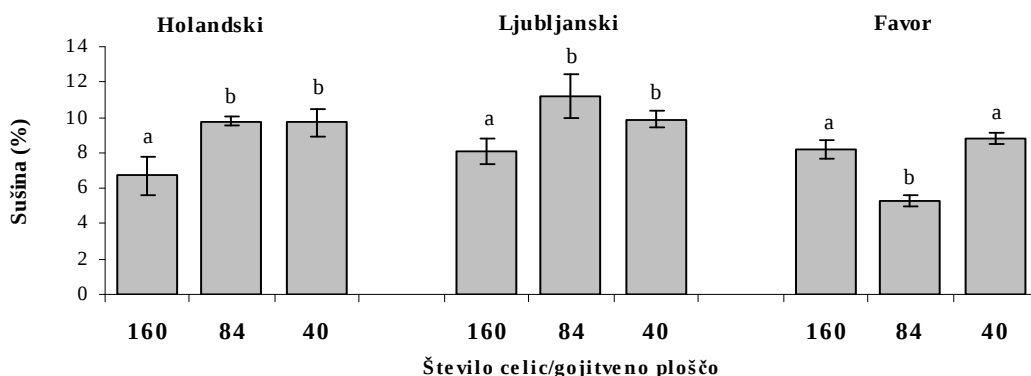
Slika 3: Število listov na rastlino

Rezultati meritev sušine (slika 4) po metodi Booija in sod. (1993) so pokazali, da imata sorti 'Holandski' in 'Ljubljanski' najnižje vrednosti pri najmanjših celicah (6,7 oziroma 8,1 %), medtem ko med celicami s 35 in 60 ml prostornine ni bilo značilnih razlik. Pri sorti 'Favor' pa so imele najnižje vrednosti sušine (5,3 %) rastline, ki so rasle v srednje velikih celicah, med najmanjšimi in največjimi celicami pa ni bilo statistično značilnih razlik.

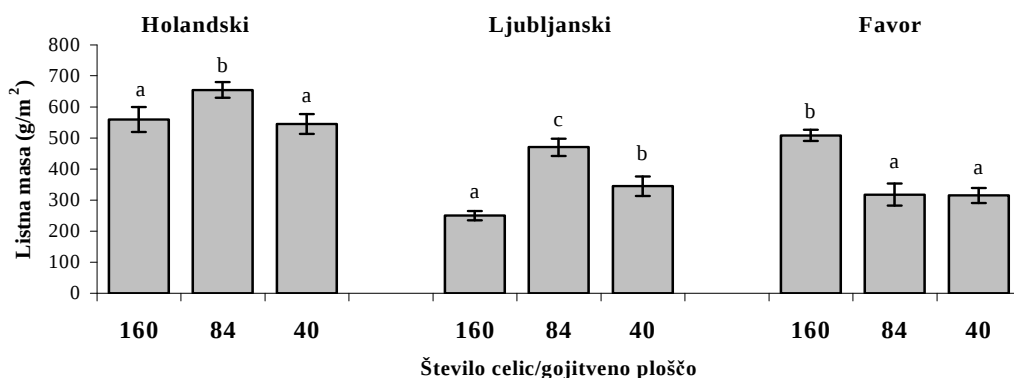
Povprečno največji pridelek listne mase na enoto površine (slika 5) je dala sorta 'Holandski' (423 g/m²), tej pa sta sledili sorti 'Favor' (380 g/m²) in 'Ljubljanski' (355 g/m²). Pri sortah 'Holandski' in 'Ljubljanski' je bil skupni pridelek največji v srednje velikih celicah (84 celic na gojitveno ploščo). Pri sorti 'Favor' pa smo največji skupni pridelek natehtali pri najmanjših celicah (160 celic na gojitveno ploščo).

Merjenje klorofila s tako imenovanim ročnim klorofilmetrom (Minolta SPAD 502 DL Meter) je pokazalo, da velikost celice pri sorti 'Holandski' ne vpliva na ta parameter (Slika 6). Pri sortah 'Ljubljanski' in 'Favor' pa se je z velikostjo celice vrednost SPAD povečevala. Šlosel (2008) v svojem delu navaja, da moramo kupcu ponuditi kakovosten pridelek z zdravimi temnozelenimi, ne pa bledimi in izdolženimi listi. Temnozeleni listi so tudi nežnejši, z bolj izraženim okusom in imajo visoko vsebnost beta karotena (Nicola in sod., 2004).

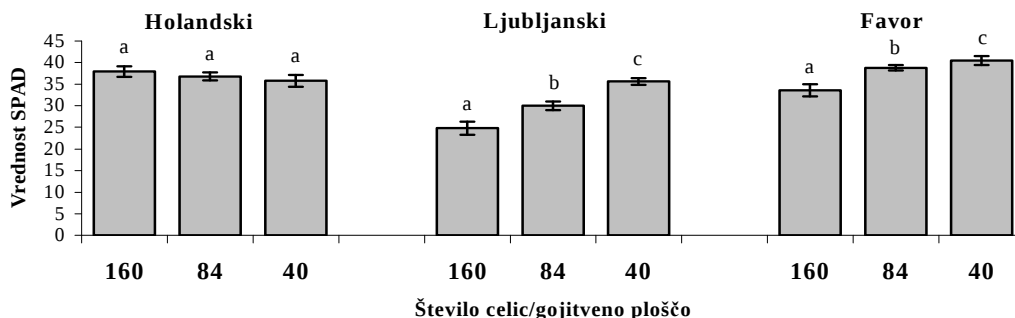
Klorofilmer je poleg tega, da ocenjuje relativno vrednosti klorofila v listih, tudi dober kazalec njihovega zdravstvenega stanja in je v tesni korelaciji s prehranjenostjo rastlin z nitratom (Markwell in sod., 1995). Tako so naše meritve pokazale, da vsebujejo listi sort 'Ljubljanski' in 'Favor', ki so rastle v celicah z večjo prostornino, v primerjavi s sorto 'Holandski' več nitrata. Torej bi bilo z vidika vsebnosti nitrata bolj smiselno gojiti motovilec na gojitvenih ploščah s 160 celicami. Po mnenju Graifenberga in sod. (1993) motovilec že tako sodi med vrtnine z visoko vsebnostjo nitrata ($>2.500 \text{ mg/kg SS}$) in ta bi se z gojenjem v celicah z veliko prostornino le še povečala.



Slika 4: Sušina v listih (%)



Slika 5: Listna masa na enoto površine (g/m^2)



Slika 6: Vrednost SPAD v listih

4 Sklepi

Gojenje motovilca lahko poteka na prostem ali v zavarovanem prostoru. Vendar na zanesljive in visoke pridelke lahko računamo le v zavarovanem prostoru, kjer lahko nadzorujemo in uravnavamo različne dejavnike, ki vplivajo na rast in razvoj rastlin. Najpomembnejše pa je izbrati ustrezno tehniko gojenja in pravo sorto.

Ker ima motovilec plitev koreninski sistem, ga lahko gojimo na poplavnih mizah na stiropornih gojitvenih ploščah z različno prostornino celic. V ta namen smo v naši raziskavi preizkusili gojenje različnih tipov motovilca na gojitvenih ploščah z različno prostornino celic. V celicah, v katerih se je prostornina večala, so se pri sortah 'Holandski' in 'Ljubljanski' večali tudi listna masa na celico, višina listov in število listov na rastlino. Listna masa na enoto površine pa je bila pri teh dveh sortah največja pri 35 ml celicah. Z večanjem velikosti celice pa so se pri sortah 'Ljubljanski' in 'Favor' večale vrednosti SPAD.

Nadaljne raziskave bomo usmerili predvsem v:

- gojenje motovilca v okolju prijaznejših biorazgradljivih oz. termorazgradljivih gojitvenih ploščah,
- preizkus obarvanih gojitvenih plošč, ki odbijajo določen spekter svetlobe, s čimer bi bilo mogoče spodbuditi boljšo rast rastlin in zmanjšati težave s škodljivci.

5 Literatura

- Booij, R., Esernik, C. T., Smit, A. L., Van Der Werf, A. 1993. Effects of nitrogen availability on crop growth and nitrogen uptake of Brussels sprouts and leeks. *Acta Hort.*, 339: 53–65
- Dvornik, T. 2003. Gojenje solate, motovilca in radiča v gojitvenih ploščah. Dipl. delo, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, 37 s.
- Florijančič, N. 2006. Vpliv gostote setve in gnojenja na pridelek motovilca (*Valerianella olitoria* Poll.) v rastlinjaku. Dipl. delo, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 34 s.
- Fontana, E., Nicola, S., Hoeberichts, J., Saglietti, D. 2003. Soilless culture systems. produce ready-to-eat corn salad (*Valerianella olitoria* L.) of high quality. *Acta Hort.*, 604: 505–509
- Gomez – Lopez, V. M., Ragaert, P., Jeyachandran, V., Debevere, J., Devlieghere, F. 2008. Shelf-life of minimally processed lettuce and cabbage treated with gaseous chlorine dioxide and cysteine. *Int. J. Food Microbiol.*, 121: 74–83
- Grainfenberg, A., Barsanti, L., Botrini, L., Temperini, O. 1993. La problematica dei nitrati. *Inf. Agrario*, 53, 6: 43–48
- Hormes, A. 1996. Feldsalad (*Valerianella locusta* L.) *Gemüse*, 32, 4: 276–280

- Lee, W. S., Yang, S. R. 1999. Using a plug system to produce hygienic vegetables. (Sep. 1999), <http://www.agnet.org/library/eb/477/> (26. Sep. 2008)
- Markwell, J., Osterman, J. C., Mitchell, J. L. 1995. Calibration of the Minolta SPAD-502 leaf chlorophyll meter. *Photosyn. Res.*, 46: 467–472
- NeSmith, D. S., Duval, J. R. 1998. The effect of container cell size. *HortTech.*, 8, 4: 495–498
- Nicola, S., Cantliffe, D. J. 1996. Increasing cell size and reducing medium compression enhance lettuce transplant quality and field production. *HortSci.*, 31, 2: 184–189
- Nicola, S., Hoeberechts, J., Fontana, E. 2004. Rocket (*Eruca sativa* Mill.) and corn salad (*Valerianella olitoria* L.): Production and shelf-life of two leafy vegetables grown in a soilless culture system. *Acta Hort.*, 633: 509–516
- Nicola, S., Hoeberechts, J., Fontana, E. 2007. Ebb and flow and floating system to grow leafy vegetables: a review for rocket, corn salad, garden cress and purslane. *Acta Hort.*, 747: 585–592
- Osvald, J., Jeraša, M., Žnidarčič, D. 2005. Hidroponske tehnike v vrtnarstvu. V: Kako do zdrave hrane in okolja? Slovenski vrtnarski posvet, Sevnno, 28. in 29. jan. 2005. Podgoršek J. (ur.). Novo mesto, Kmetijsko gozdarski zavod, KZ Krka, Kmetijska šola Grm: 234–241
- Šlošel, M. 2008. Preizkus tehnik gojenja zimskega portulaka (*Claytonia perfoliata* Donn ex Willd.). Dipl. delo, Univ. v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 37 s.
- Thomas, B. 1993. Overview of the speedling, incorporated, transplant industry operation. *Hort Tech.*, 3, 4: 406–408
- Vavrina, C. S., Hochmut, G. J. 1996. Seasonal differences occur in transplants too. *Am. Veg. Grow.*: 24
- Žnidarčič, D., Kacjan – Maršić, N. 2008. Corn salad (*Valerianella olitoria* L.) yield response to cell size of plug trays. *Acta agric. Slov.*, 91, 1: 59–66

Grafični prikaz besedilnih pomenov v znanstvenem članku o gojenju paprike (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.)

Aleksandra BIZJAK KONČAR⁷⁴

Izvleček

Namen pričujočega prispevka je opisati besedilne vzorce znanstvenega članka s področja gojenja paprike (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.). V prispevku so uporabljene metode besedilne analize v povezavi z orodji korpusnega jezikoslovja. Pri beleženju jezikoslovnih značilnosti, nanizanih v linearnem poteku besedila, ki bi jim težko sledili z ročnim označevanjem, nam je v pomoč oblikoslovni označevalnik za slovenščino, izdelan na Inštitutu za slovenski jezik ZRC SAZU, pri izpisovanju jezikoslovnih značilnosti besedil pa je uporabljena grafična predstavitev. Graf je nekakšen slikovni model in je tako izhodišče za opis besedilne zgradbe znanstvenega članka.

Ključne besede: paprika, *Capsicum annuum* 'Bianca F1' L., gojenje paprike, znanstveni članek, besedilni vzorci, oblikoslovni označevalnik za slovenščino

Map of textual patterns in research article of pepper planting (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.)

Abstract

This paper aims to explore textual patterns of research article of pepper planting (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.). In the study, the specificity of discourse analysis is combined with tools of corpus analysis. The linguistic features of texts which would be difficult to keep track of by manual tagging are recorded by the automated part-of-speech tagger for Slovenian developed at the Institute of Slovenian language at ZRC SAZU and the graphic display is used for the presentation of data. The graph functions as a sort of map and as such becomes the starting point for the description of the discourse structure of research article.

Key words: pepper, *Capsicum annuum* 'Bianca F1' L., pepper planting, research article, textual patterns, part-of speech tagger for Slovenian language

1 Uvod

Proučevanje tipov besedil ima v jezikoslovju dolgo tradicijo, a vprašanje, katera jezikoslovna merila uporabiti za prepoznavanje različnih tipov besedil, je še vedno eno bolj zahtevnih vprašanj jezikoslovne vede. V zadnjih treh desetletjih je nastalo veliko teoretičnih modelov za opis različnih tipov besedil, vendar težava nastopi, ko teoretične postavke preverjamo na konkretnem gradivu. Pričujoči prispevek je v skladu s potrebo po preizkušanju jezikoslovnih modelov na konkretnih besedilih. Model, izbran za teoretično izhodišče raziskave, bomo preizkušali na znanstvenem članku s področja gojenja paprike.

Vprašanje, kako so zgrajeni slovenski znanstveni članki s področja gojenja paprike, bomo ponazorili z empirično analizo. Pri analizi nam bodo v pomoč empirične metode korpusnega jezikoslovja: oblikoslovno označevanje in grafična tehnika, ki v povezavi s teoretičnimi pojmi sistemsko-funkcijskega jezikoslovja omogočajo interpretacijo rezultatov.

⁷⁴ Dr. znan., Inštitut za slovenski jezik Frana Ramovša ZRC SAZU, SI-1000 Ljubljana, Novi trg 4, e-pošta: aleksandra.bizjak@zrc-sazu.si

2 Material in metode dela

Korpusno jezikoslovje je danes že trdno zasidrana veja jezikoslovja z obsežnim številom empirično usmerjenih raziskav. Da bi prikazali zgradbo znanstvenega članka s področja gojenja paprike, smo na izbranem prispevku z uporabo dveh komplementarnih metod korpusnega jezikoslovja, to je oblikoslovnega označevanja in tehnike grafičnega prikaza, pokazali, kako je mogoče samodejno izpisovati samostalniške in glagolske oblike, nanizane v linearnem poteku besedila.

Izhodišče za našo analizo je oblikoslovno označeno besedilo. Za oblikoslovno označevanje potrebujemo posebno programsko opremo in nabor oznak. Označevalnik za slovenščino je začel nastajati leta 1996 na Inštitutu za slovenski jezik ZRC SAZU in je bil prvič predstavljen v Slavistični reviji (Jakopin in Bizjak, 1997), kasneje pa uporabljen za računanje entropij (Jakopin, 2002), za žanrsko analizo (Bizjak, 2005; Bizjak Končar, 2007) in analizo slovničnih oblik 16. stoletja (Bizjak Končar, 2008).

Z oblikoslovnim označevalnikom za slovenščino smo označili celoten prispevek. Da bi iz oblikoslovno označenega besedila dobili samodejni izpis samostalniških in glagolskih oblik v zaporedju, kakor si sledijo v besedilu, smo v drugem koraku uporabili metodo grafičnega prikaza, ki jo je prvi uporabil Biber in sod. (1998: 122-130). Da lahko Biberjevo grafično metodo uporabimo na besedilu, je treba najprej napisati računalniški program za izpis samostalniških in glagolskih oblik in njihovo slikovno predstavitev. Posebna prednost inštitutskega oblikoslovnega označevalnika je, da je vgrajen v urejevalnik EVA, ki ga je razvil Primož Jakopin in tako je mogoče napisati program za beleženje oblikoskladenjskih vzorcev v besedilu in prikazati rezultate v grafični obliki.

V razdelku, ki prinaša rezultate z diskusijo, bomo na izbranem znanstvenem članku, ponazorili, kako z uporabo metode grafičnega prikaza iz oblikoslovno označenega besedila dobimo niz oblikoskladenjskih oblik, ki nam ob uporabi sistemsko-funkcijskega teoretičnega okvirja omogočajo interpretacijo besedilnih pomenov in opis zgradbe znanstvenega članka.

3 Rezultati z diskusijo

Zapleteno vprašanje besedilne zgradbe, to je prepoznavanje kontinuitete in premikov v pomenski zgradbi besedila, bomo predstavili z besedilno analizo znanstvenega članka: Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike sorte 'Bianca F1' (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.) (Petelin in sod., 2006).

Ker je namen prispevka interpretacija besedilne zgradbe znanstvenega članka, je analiza naslonjena na sistemsko-funkcijsko razumevanje besedilnega pomena. (Hasan, 1984; Hasan 1991; Cloran 1994). Človekove predstave namreč postanejo v besedilu jezikovni izrazi ali modeli: entitete, ki so v stavku izraženi kot samostalniške zveze, in dogodki, ki so v stavku ubesedeni kot glagolske zveze. Z uporabo semantične mreže, v kateri je poudarjeno razmerje med entiteto in dogodkom na eni strani in osebkom in povedkom na drugi strani, je mogoče pokazati, kako so pomeni uresničeni v besedilu. Zato so za grafični izpis označene samo samostalniške in glagolske zveze, ki se nanašajo na osebkove entitete in povedkove dogodke, ki s kontinuiteto pojavljanja gradijo kohezijo in ustvarjajo besedilnost.

Kako se samostalniške in glagolske oblike nizajo v besedilu, je prikazano v grafu na sliki 1. Za lažje razumevanje je graf opremljen s pojasnili za branje. Enote od 1 do 9 na vodoravni osi označujejo kategorijo osebe in števila. Enote na navpični osi pomenijo zaporedno številko stavka v besedilu. Osebkki so predstavljeni kot liki in povedki kot barvno polje.

V prvem stavku, ki je na navpični osi označen z zaporedno številko 3, je entiteta v smeri vodoravne osi oddaljena za tri enote, kar pomeni, da je nanosnik govorec in raziskovalci (1. oseba množine), barvno polje pa je svetlo, kar nam sporoča, da je dogodek prvega stavka

usmerjen v sedanjost. V osmem stavku, kjer se začenja enota uvod, pa sledimo sledju temin barvnih polj, ki kažejo da je celotna enota uvod usmerjena v preteklost. Črni kvadrati sestavljajo pomensko skupino, ki se nanaša na raziskovalce in raziskovanje (na primer 3. stavek, ki se nanaša na poskus je označen s črnim kvadratom). Razpon tretje glagolske osebe je od 7. do 9. enote na vodoravni osi in na tem območju so poleg črnih kvadratov, ki se nanašajo na raziskavo in poskus, razvrščene še naslednje pojmovne entitete: paprika (beli kvadrat), hranilna raztopina (beli krog), substrat (črni krog) in pojem vsebnost sladkorjev in kislin (plus).

Da bi pojasnili, kako so v grafu upodobljene osebkove entitete z barvnimi liki in povedkovi dogodki z barvnimi polji in kako je zabeleženo njihovo gibanje, ali drugače povedano, kako je treba brati graf, smo v tem razdelku podrobno opisali entitete in dogodke za nekatere stavke besedila. V nadaljevanju smo graf uporabljali kot slikovni model in opazovali besedilne vzorce, ki jih ustvarja zaporedje entitet in dogodkov v tem besedilu.

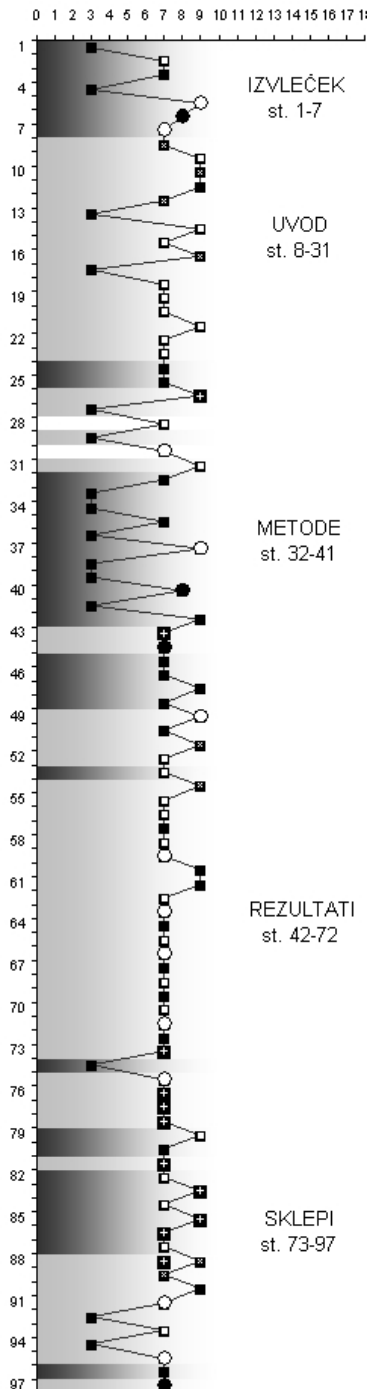
Poglejmo si enoto, imenovano izvleček, in opazujmo vzorce, ki jih ustvarjajo konfiguracije entitet in dogodkov. Od prvega do sedmega stavka so med povezovalno entiteto, ki označuje raziskovalce in poskus (črni kvadrat), nanizane tri za besedilo bistvene entitete: entiteta paprika sorte Bianca F1 (beli kvadrat), entiteta hranilna raztopina (beli krog) in entiteta substrat (črni krog). Dogodki pa so usmerjeni v sedanjost. Pomeni torej začrtajo raziskovalno polje.

Prehod k novi enoti, uvodu, uvaja osmi stavek. Iz grafa lahko razberemo, da v uvodu ustvarjata kontinuiteto na osi entitete raziskava (črni kvadrat) in predmet raziskave, to je paprika (beli kvadrat). Na časovni osi pa prevladuje usmerjenost v sedanjost. Besedilni svet uvoda torej temelji na umeščanju predmeta raziskave v besedilni kontekst z opisom in navezavo na že ugotovljena dejstva in značilnosti in napovedjo tematike raziskave.

Naslednja enota, metode dela, se razteza od 32. do 41. stavka. Tudi metode so tako kakor izvleček raziskovalno osredinjena enota, ki poroča, katere metode so bile uporabljene pri raziskovalnem poskusu, zato prevladujejo na osi entitete pojmi raziskovalci, raziskava (črni kvadrat), ki se prepletajo z entitetami, ki so predmet poskusa: paprika (beli kvadrat), hranilna raztopina (beli krog) in substrat (črni krog). Lastnosti, ki gradijo pomenski premik v metodah, so vezane tudi na os dogodka, na kateri je izbrana možnost za preteklost (temno polje), saj gre za poročanje o postopkih in metodah.

Za enoto rezultati z diskusijo, ki se začenja v 42. stavku, je značilno, da so entitete bolj razpršene. Enota je usmerjena na povzemanje rezultatov glede vsebnosti sladkorjev in kislin, zato ta entiteta (plus) označuje začetek in konec enote, v kateri so nanizane vse že omenjene entitete: raziskovalci, raziskava (črni kvadrat), paprika (beli kvadrat), hranilna raztopina (beli krog) in substrat (črni krog). Povedkovi dogodki pa se razen na začetku, ko prevladuje preteklik (temno polje) usmerjeni v sedanjost (svetlo polje). Taka razpršena linija sledij in prehajanje od preteklosti v sedanjost se nadaljuje tudi v sklepni enoti (stavki 73–97), saj ta še enkrat povzema ugotovitve raziskave.

Graf je torej nekakšen slikovni model, ki beleži gibanje entitet in dogodkov in nam da predstavo o pomenskem valovanju besedila. Z analitičnim opazovanjem besedilnih vzorcev, ki jih ustvarjajo entitete in dogodki, smo za znanstveni članek s področja gojenja paprike opisali pet jasno zamejenih delov besedila. Ugotovili smo, da se deli besedila, to so izvleček, uvod, metode, diskusija z rezultati in sklepi, precej razlikujejo glede na konfiguracijo entitet in dogodkov, saj ima vsak del besedila svojo funkcijo glede na sporočevalni namen celotnega članka.



LEGENDA:

vodoravna os = kategorija osebe in števila

- 1 = 1. oseba ednine
- 2 = 1. oseba dvojine
- 3 = 1. oseba množine
- 4 = 2. oseba ednine
- 5 = 2. oseba dvojine
- 6 = 2. oseba množine
- 7 = 3. oseba ednine
- 8 = 3. oseba dvojine
- 9 = 3. oseba množine

navpična os = zaporedna številka stavka

osebna entiteta

- črni kvadrat = raziskovalec, poskus
- beli kvadrat = paprika
- beli krog = hranilna raztopina
- črni krog = substrat
- plus = sladkorji in kisline
- križec = drugo

čas povedkovega dogodka

- temno polje = preteklik
- svetlo polje = sedanjik
- belo polje = prihodnjik

Slika 1: Graf za znanstveni članek o gojenju paprike

4 Sklepi

Z besediloslovno analizo, ki temelji na uporabi metod korpusnega jezikoslovja, smo opisali besedilno zgradbo znanstvenega članka s področja gojenja paprike. Čeprav je namen prispevka grafično prikazati besedilne vzorce, se ob analizi postavljajo nova vprašanja o besedilnih vzorcih v znanstvenih člankih s področja agronomije. Za dovolj zanesljivo in veljavno posplošitev rezultatov na populacijo znanstvenih člankov s tega področja, bi morali oblikovati besedilni korpus. Zato je prispevek tudi spodbuda za nadaljnje zbiranje gradiva in ugotavljanje besedilnih značilnosti znanstvenih člankov s področja agronomije in izhodiščna točka za raziskovanje znanstvenega jezika na drugih naravoslovnih področjih.

5 Literatura

- Biber, D., Conrad, S., Reppen, R. 1998. Corpus linguistics: Investigating language structure and use. Cambridge: Cambridge University Press
- Bizjak, A. 2005. Pridiga kot žanr. Ljubljana: Založba ZRC SAZU
- Bizjak, A. 2007. The use of grammatically annotated corpora for the display of textual patterns. V: Data and interpretation in linguistic analysis : book of abstracts. Saarbrücken: Universität des Saarlandes, 2007: 17-19
- Bizjak Končar, A. 2008. Dvojina v Dalmatinovem Pentatevhu. Symposium Slovenski knjižni jezik v 16. stoletju. Ljubljana: ZRC SAZU. 17-19. April
- Cloran, C. 1994. Rhetorical Units and Decontextualization: An Enquiry into some Relations of Context, Meaning and Grammar. Nottingham: Department of English Studies, University of Nottingham (Monographs in Systemic Linguistics, 6)
- Hasan, R. 1984. The Nursery Tale as a Genre. Nottingham Linguistic Circular, 13: 1-51
- Hasan, R. 1991. Questions as a mode of learning in everyday talk. Language Education: Interaction and Development (ur.: McCausland, T.). Launceston: University of Tasmania: 70-119
- Jakopin, P. 2002. Entropija v slovenskih leposlovnih besedilih. Ljubljana: Založba ZRC SAZU
- Jakopin, P., Bizjak, A. 1997. O strojno podprtem oblikoslovnem označevanju slovenskega besedila. Slavistična revija, 45/3-4: 513-532
- Petelinc, B., Veberič, R., Osvald, J. 2006. Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike sorte 'Bianca F1' (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.). V: Tajnšek, A. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2006 : zbornik simpozija : proceedings of symposium, Rogaška Slatina, [7. in 8. december] 2006. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2006: 172-177

Produktivnost zelja v združeni setvi v ekološki pridelavi zelenjadnic

Marko ŽULJAN⁷⁵, Manfred JAKOP⁷⁶, Milojka FEKONJA⁷⁷, Franci BAVEC⁷⁸, Martina BAVEC⁷⁹

Izvleček

V letu 2007 in 2008 je bil na UKC Pohorski dvor Maribor v Sloveniji izveden ekološki poljski poskus združenih setev zelenjadnic, s katerim smo preučili vpliv šestih zelenjadnic na pridelek belega zelja (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *alba* DC.). Zelje kot osnovna kultura je bilo posajeno skupaj z zelenjadnicami: solato (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* DC), paradižnikom (*Lycopersicum esculentum* Mill.), zeleno (*Apium graveolens* L.), fižolom (*Phaseolus vulgaris* L. var. *communis*), porom (*Allium porrum* L.) in rdečo peso (*Beta vulgaris* L. ssp. *rubra* L.). Komplementarne komponente zelja so bile posajene v istem časovnem terminu kot zelje po aditivnem vzorcu združenih setev na sredini medvrstnih prostorov zelja. Vse komponente so bile posajene tudi v čistih setvah. Zasnova poskusa je bila naključni blok sistem s štirimi ponovitvami. Na osnovi pridelkov smo izračunali relativne pridelke zelja in skupne vrednosti LER posameznih združenih setev. Najvišji tržni pridelki zelja so bili doseženi v združeni setvi z rdečo peso in solato. Vrednosti LER so bile višje od 1.0 pri vseh obravnavanjih združenih setev. Najvišja vrednost LER 1.45 je bila dosežena pri združeni setvi zelja in paradižnika zaradi enake gostote paradižnika v združeni setvi glede na samostojen posevek. Rezultati raziskave so pokazali, da združena setev zelja s preučevanimi zelenjadnicami poveča produktivnost in učinkovito rabo okoljskih virov z vidika izrabe pridelovalne površine.

Ključne besede: Zelje, združena setev, relativni pridelek, LER, ekološko kmetovanje.

Productivity of cabbage by intercropping system in organic vegetable production

Abstract

Investigation was carried out to determine the effect of different intercropping systems on yield of white cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *alba* DC.) in organic farming under field conditions at UKC Pohorski dvor, Maribor in the years 2007 and 2008. In the study, white cabbage was used as a main crop, and lettuce (*Lactuca sativa* L. var. *capitata* DC), tomato (*Lycopersicum esculentum* Mill.), celery (*Apium graveolens* L.), bush bean (*Phaseolus vulgaris* L. var. *communis*), leek (*Allium porrum* L.) and red beet (*Beta vulgaris* L. ssp. *rubra* L.) were used as intercrops. Each of the intercrops was planted simultaneously in additive intercropping design between cabbage rows in separate plots. Cabbage and all intercrops were also grown as a sole

⁷⁵ Univ. dipl. inž. kmet., Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Urbanska 30, 2000 Maribor, e-pošta: marko.zuljan@uni-mb.si

⁷⁶ Univ. dipl. inž. kmet., prav tam, e-pošta: manfred.jakop@uni-mb.si

⁷⁷ Univ. dipl. inž. kmet., prav tam, e-pošta: milojka.fekonja@uni-mb.si

⁷⁸ Prof. dr., prav tam, e-pošta: franci.bavec@uni-mb.si

⁷⁹ Prof., dr., prav tam, e-pošta: martina.bavec@uni-mb.si

crops. The experimental design was complete randomized block system with four replications. Relative yields of cabbage and LER of different intercropping systems as an index of intercropping efficiency were evaluated. The significant highest market yield of cabbage was obtained in plots with red beet and lettuce intercropping. LER values were over 1.0 in all intercropping systems and showed advantage of all intercrops treatments. The highest LER value 1.45 was obtained with cabbage and tomato intercropping due to non-reduced plant population of tomato in intercropping with regard to sole stand. The results showed that cabbage based intercropping system increase productivity and resource exploitation of field vegetables as to land use.

Key words: Cabbage, intercropping, relative yield, LER, organic farming.

1 Uvod

Različne sisteme združenih setev, kjer gre za pridelovanje dveh ali več kultur hkrati na isti pridelovalni površini v istem letu in so namenjeni pridelavi hrane in krme, omenjajo predvsem v tropskem delu Azije, Afrike, vzhodnem in zahodnem delu ZDA in na Bližnjem Vzhodu. Največjo raznovrstnost ima združena setev v tropskih predelih, kjer so posebej zanimive kmetom v tradicionalnih sistemih kmetovanja z omejenimi pridelovalnimi površinami, manj pa je tovrstna pridelava zastopana v intenzivnem kmetijstvu (Vandermeer, 1989). V pretekosti je bila v Sloveniji uveljavljena združena setev nekaterih poljščin, predvsem pravih žit (npr. soržica - mešanica ozimne pšenice in rži) ter združena setev pravih žit in stročnic (ovsiga - mešanica ovsa in grašice ter ržiga - mešanica rži in grašice). Posebej je potrebno tudi izpostaviti nekdanjo pogosto uporabljeno združeno setev koruze in visokega fižola, pri čemer korusa služi za oporo fižolu, visoka vsebnost beljakovin v zrnju fižola pa ima veliko prehransko vrednost za ljudi in je tudi pomemben vir beljakovinske krme za prežvekovalce (Bavec in Bavec, 2007). Poznana pa je bila tudi združena setev krompirja in buč ter tudi buč v posevku koruze. Z intenzifikacijo rastlinske pridelave (herbicidi, dušikova mineralna gnojila, itd.) in uvedbo visoko produktivnih sort je tovrstne načine pridelave zamenjalo intenzivno pridelovanje rastlin v monokulturi. S povečano zavestjo o pomembnosti povezav med kmetijsko prakso, okoljskimi težavami in dolgoročno stabilnostjo pridelovalnih sistemov se je poudaril tudi pomen povečevanja diverzitete rastlin v časovnem (kolobar) in prostorskem smislu (velikost polj) kot možnega pristopa k zmanjševanju tovrstne problematike. Kot rezultat razlik v načinu reagiranja in vplivanja vrst na okolje, v katerem rastejo, lahko izkoriščajo razpoložljive okoljske vire (vodo, hranila in svetlobo) bolj učinkovito (Keating in Carberry, 1993; Midmore, 1993). Združena setev je učinkovita metoda pridelovanja v smislu ohranjanja tal, saj z njo dosežemo boljšo prekritost tal kakor tudi črpanje vode in hranilnih snovi v različno globokih plasteh tal, zaradi različno globokih koreninskih sistemov poljščin in vrtnin (Zimmermann, 1996; Jarenyama in sod., 2000).

Združena setev so je ponudila tudi kot odlična priložnost za ekološko kmetovanje, saj je prepoved lahkotopnih gnojil in sintetičnih sredstev za varstvo rastlin prisilila pridelovalce, da kar najbolj izkoristijo naravne mehanizme v pridelavi. Mnoge raziskave so tudi pokazale, da združena setev zagotavlja bolj redne in stabilnejše pridelke kot pridelovanje čistih posevkov. Z namenom, planirati takšno združeno setev, ki kar najbolj združuje konkurenčno prednost različnih vrst ali sort, je izziv s katerim poskušamo poiskati kar najbolj optimalno vez med različnimi ekološkimi mehanizmi in na ta način zagotoviti bolj učinkovito pridelovalno prakso. Združena setev kot ena izmed tovrstnih rešitev ponuja pridelovalcem možnost pridelovanja dveh ali več kmetijskih rastlin na isti površini, z namenom povečanja pridelka na enoto površine. V mnogih raziskavah so prišli do zaključkov, da je združena setev zelenjadnic rodovitnejša in donosnejša kot čisti posevki, zaradi komplementarnega učinka komponent v združenih setvi (Brown in sod., 1985; Olasantan, 1991; Varghese, 2000; Baumann in sod., 2001; Yildirim in Guvenc, 2005).

Ker skorajda ni raziskav, oziroma le-te ne obstajajo v našem prostoru, smo se v okviru te raziskave odločili preučiti produktivnost sistema združene setve belega zelja (*Brassica oleracea* L. var. *capitata* f. *alba* DC.) z nekaterimi zelenjadnicami v ekološki pridelavi. Belo zelje je namreč pri nas in v nekaterih državah Srednje Evrope (Poljska, Romunija, Srbija) gospodarsko najpomembnejša zelenjadnica, saj je bilo pri nas v letu 2006 z belim zeljem skupaj posajenih približno petina pridelovalnih površin vseh zelenjadnic na skupno 805 ha (Statistični letopis Slovenije, 2007).

2 Material in metode dela

Poljski poskus je potekal v letih 2007 in 2008 na lokaciji Univerzitetni kmetijski center Pohorki dvor (46°30'16"S, 15°37'52"V, 302 m nadm.v.), kjer prevladujejo glineno-peščena tla. Poskus je bil izveden v okviru CRP projekta V4-0332 'Intercropping - alternativa za zmanjšanje inputov v pridelavi zelenjave in poljščin' (Bavec, M. s sod., 2006). Gnojenje in varstvo rastlin v poskusu je potekalo v skladu s pravili ekološkega kmetovanja (Katalog dovoljenih sredstev za ekološko kmetijstvo 2005, izdan na Inštitutu za kontrolo in certifikacijo v kmetijstvu Fakultete za kmetijstvo in biosistemske vede, UM). Postavljen je bil v naključnem blok-sistemu, s 13 obravnavanji in 4 ponovitvami. Celoten poskus je bil torej zasnovan na 52 parcelicah. Velikost osnovne parcelice je bila $4,5 \times 3,6$ m ($16,2$ m²). Velikost celotnega poskusa je znašala $58,5 \times 14,4$ m ($842,4$ m²). Poskus je bil postavljen po vzorcu dodajanja komponente (t.i. aditivnem vzorcu združenih setev), kjer sta komponenti zastopani v različnih deležih in gostotah, osnovna komponenta je po vsej površini zastopana v enaki gostoti, druga pa je dodatno posajena v različnih gostotah med vrstami osnovne.

Preglednica 1: Združene setve belega zelja

Združena setev
1. Zelje (<i>Brassica oleracea</i> L. var. <i>capitata</i> f. <i>alba</i> DC.) 'Kranjsko okroglo'* in solata (<i>Lactuca sativa</i> L. var. <i>capitata</i> DC.) 'Ljubljanska ledenka'
2. Zelje in fižol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L. var. <i>communis</i>) 'Top crop'
3. Zelje in rdeča pesa (<i>Beta vulgaris</i> L. ssp. <i>rubra</i> L.) 'Detroit'
4. Zelje in paradižnik (<i>Lycopersicum esculentum</i> Mill.) 'Heinz 1370'
5. Zelje in por (<i>Allium porrum</i> L.) 'Carentan'
6. Zelje in zelena (<i>Apium graveolens</i> L.) 'Praška'

* v navedkih so napisane uporabljene sorte

Na površini, ki je bila predvidena za izvajanja poskusa, je bila v obeh letih posejana deteljna mešanica. V obeh letih je celotna površina poskusa bila pognojena z zmletimi bučnimi pogačami (9,6 % N; 0,21 % CaO, 0,5 % P₂O₅ in 0,82 % MgO), na osnovi opravljene N_{min} analize za mineralni dušik do globine tal 0,6 m. Poskus je bil pognojen do ciljne vrednosti N_{min} za zelje, za svežo porabo, 280 kg N-min/ha. Na osnovi AL analize tal so bile upoštevane okvirne potrebe zelja po fosforju in kaliju (Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave, 2006), dodana pa sta bila s surovim fosfatom (32 % P₂O₅) in K soljo (40 % K₂O). V prvem letu je bila celotna površina poskusa ročno okopana 4-krat, v drugem pa 5-krat.

Sadike zelja, solate, paradižnika, pora in zelene so bile predhodno vzgojene v multiploščah. Sadike so bile presajene na prosto v letu 2007, 7. in 8. maja ter v letu 2008, 12. in 13. maja. Sajenje sadik na prosto je potekalo ročno s sadilnimi klini. Rdeča pesa in fižol sta bila posejana direktno s semenom v istem časovnem terminu, kot so bile presajene sadike na prosto. Vse zelenjadnice so bile torej posejane/posajene v enakem časovnem terminu. Pri rdeči pesi je bilo zaradi relativno slabega vznika potrebno še eno dosejavanje v začetku junija, v obeh letih. Vznik rastlin rdeče pese je bil slabši v prvem letu. Po vzniku so bile rastlinice rdeče pese ročno razredčene na željeno vrstno razdaljo.

Preglednica 2: Razdalje sajenja in število posejanih rastlin

Samostojni posevek	Sadilna razdalja (cm)*	Število rastlin / parcelico	D (%)**	Število rastlin / ha
Zelje	75 × 60	35	100 %	21605
Solata	30 × 30	154	100 %	95062
Fižol	40 × 10	320	100 %	197531
Rdeča pesa	30 × 15	297	100 %	183333
Paradižnik	90 × 50	36	100 %	22222
Por	40 × 15	224	100 %	133333
Zelena	40 × 40	88	100 %	54321
<i>Združena setev</i>				
Zelje	75 × 60	35	100 %	21605
Solata	75 × 30	64	42 %	39506
Fižol	75 × 10	160	50 %	98765
Rdeča pesa	75 × 15	108	36 %	66667
Paradižnik	75 × 50	36	100 %	22222
Por	75 × 15	112	50 %	69136
Zelena	75 × 40	44	50 %	27160

* Na prvem mestu je podana razdalja med vrstami, na drugem pa v vrsti.

** Odstotek predstavlja teoretični delež posejanih rastlin v združeni setvi glede na število rastlin v samostojnem posevku.

Kot je razvidno iz zgornje preglednice, je bilo zelje posejano v petih vrstah na parcelico, v enaki gostoti v združeni setvi in samostojnem posevku. Ostale zelenjadnice (komplementarne komponente zelja) so bile posejane v združenih setvah na sredini medvrstnih prostorov zelja, zato so bili deleži rastlin v združenih setvah ustrezno manjši, razen pri paradižniku kjer je gostota rastlin v združeni setvi zaradi velikih sadilnih razdalj ostala nespremenjena. Spravilo zelja je bilo v obeh letih v prvi dekadi septembra, solate v drugi dekadi junija, fižola v drugi dekadi julija, pese v prvi dekadi avgusta, paradižnika v avgustu in prvi dekadi septembra, pora in zelene pa v zadnji dekadi septembra.

Na osnovi pridelkov je bil izračunan kazalec uspešnosti združene setve t.i. 'količnik ekvivalenta tal oz. pridelovalne površine' (Land Equivalent Ratio, LER), ki sta ga uvedla Mead in Willey (1980). LER je standardiziran indeks, definiran kot relativna potrebna površina kultur v čistih posevkih za doseganje enako velikih pridelkov v združenih setvah:

$$LER = P_{z1}/P_{s1} + P_{z2}/P_{s2},$$

kjer je P_z tržni pridelek komponente v združeni setvi in P_s tržni pridelek te komponente v čistem posevku. Vrednosti LER nad 1.0 pomenijo večji pridelek združene setve v primerjavi s samostojnimi posevki glede na izrabo pridelovalne površine. Relativni pridelki komponent (Relative Yield – RY; de Wit, 1960) združenih setev so definirani kot razmerje tržnega pridelka določene komponente v združeni setvi in pridelka te komponente v čisti setvi. Vsota relativnih pridelkov obeh komponent nam da skupno vrednost LER združene setve:

$$RY_1 = P_{z1}/P_{s1} \text{ in } RY_2 = P_{z2}/P_{s2} \quad LER = RY_1 + RY_2$$

Na osnovi relativnih pridelkov in skupnih vrednostih LER je bil tudi izračunan relativni prispevek (Relative Contribution, RC) vseh komponent k skupni LER vrednosti (Santos, 2002): $RC_{1,2} = RY_{1,2}/LER$.

3 Rezultati z diskusijo

Preglednica 3: Povprečni skupni in tržni pridelki zelja

Obravnavanje	Skupni pridelek (t/ha)	Tržni pridelek (t/ha)	Odpad (t/ha)
Zelje	79,25 ^a	44,2 ^a	36,81 ^a
Zelje: solata	74,62 ^{ab}	43,17 ^a	32,34 ^{ab}
Zelje : fižol	46,92 ^d	29,72 ^b	18,36 ^d
Zelje : rdeča pesa	74,96 ^{ab}	49,13 ^a	27,21b ^c
Zelje : paradižnik	47,64 ^d	28,99 ^b	20,0 ^{cd}
Zelje : por	65,15 ^{bc}	34,76 ^b	31,37 ^{ab}
Zelje: zelena	59,60 ^c	35,17 ^b	26,27 ^{bcd}

^{a,b,c} srednje vrednosti dejavnikov so med seboj primerjane z Duncanovim testom ($\alpha = 0,05$); srednje vrednosti v okviru posameznih proučevanih dejavnikov označene z različnimi črkami se med seboj statistično značilno razlikujejo.

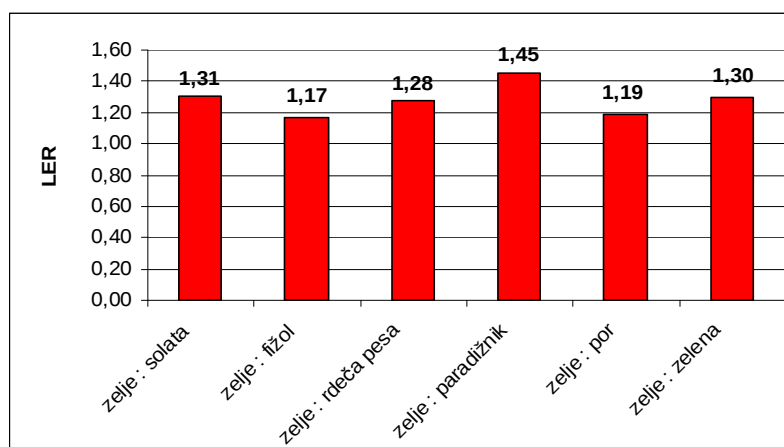
Kot je razvidno iz preglednice 3, so statistično značilno najvišji skupni in tržni pridelki zelja bili doseženi v združeni setvi s solato in rdečo peso. Sklepamo lahko, da je bila tekmovalnost zelja s solato najmanjša, pri združeni setvi z rdečo peso pa je pridelek zelja bil celo višji kot v samostojnem posevku. Zelje ima na začetku rastne dobe relativno počasen razvoj, solata pa v tem času intenzivno raste in učinkovito koristi okoljske vire (svetlobo, vodo in hranila). Poleg tega ima solata relativno kratko rastno dobo in zato lahko zelje po spravi solate izkoristi medvrstni prostor za rast. V združeni setvi zelja in rdeče pese je nastopil podporni in ne tekmovalni (kompetitivni) mehanizem med komponentami (Vandermeer, 1989). Zelje v združeni setvi je bolj učinkovito koristilo razpoložljive okoljske vire in ni zavzemalo enakih 'ekoloških niš' kot rdeča pesa. Zaradi direktne setve in počasnega začetnega razvoja rdeče pese so rastline zelja najbolj izkoristile okoljske vire v začetnem obdobju rasti. Najnižji pridelki zelja so bili v združeni setvi s fižolom in paradižnikom, kar kaže na visoko stopnjo tekmovalne moči obeh komponent. Fižol in paradižnik imata bujno rast, gost in visok habitus rastlin, relativno velik del rastne dobe nastavljata plodove in intenzivno črpata hranilne snovi v tem času. Potrdilo se je, da ima skupno delovanje morfoloških lastnosti rastlin, dinamike rasti, časa rastne dobe in koriščenja okoljskih virov odločilen vpliv na produktivnost zelja v združenih setvah, kar se ujema z ugotovitvami nekaterih drugih avtorjev (Splitstoesser, 1990; Guvenc in Yildirim, 2006).

Preglednica 4: Relativni pridelki (RY), relativni prispevki (RC) komponent k skupni vrednosti LER in dejanski delež rastlin v združenih setvah glede na samostojne posevke

Združena setev	RY _{zelja}	RY _k *	LER	RC _{zelja}	RC _k	D**	RY _k /D
Zelje : solata	0,98	0,33	1,31	0,75	0,25	0,36	0,92
Zelje : fižol	0,67	0,50	1,17	0,57	0,43	0,55	0,91
Zelje : rdeča pesa	1,11	0,17	1,28	0,87	0,13	0,31	0,55
Zelje : paradižnik	0,66	0,79	1,45	0,46	0,54	1,00	0,79
Zelje : por	0,79	0,40	1,19	0,66	0,34	0,46	0,87
Zelje : zelena	0,80	0,48	1,28	0,62	0,38	0,55	0,87

* Relativni pridelek komplementarne komponente

** Dejanski delež rastlin v združeni setvi glede na število rastlin v samostojnem posevku za komplementarne komponente zelja



Grafikon 1: Skupne vrednosti LER združenih setev zelja.

Relativen pridelek nam da ustrezno informacijo o produktivnosti komponente v združeni setvi le, če poznamo dejanski delež rastlin v združeni setvi glede na število rastlin v samostojnem posevku. Pri vseh komponentah, z izjemo paradižnika, so bili ti deleži manjši od 1 (preglednica 2). Če primerjamo količnike relativnega pridelka komponent glede na njihov dejanski delež rastlin v združeni setvi, lahko ugotovimo, da so se količniki pri vseh komponentah, razen pri rdeči pesi in paradižniku, gibali okrog vrednosti 0,9, kar kaže na visoko produktivnost teh komponent v združeni setvi. Pri rdeči pesi je bil ta količnik najmanjši, najmanjšo produktivnost rdeče pese v združeni setvi pa je kompenzirala najvišja produktivnost in tekmovalna moč zelja ter posledično tudi najvišji relativni prispevek zelja k skupni vrednosti LER.

Skupne vrednosti LER posameznih združenih setev so pri vseh obravnavanjih pokazale prednost združene setve z vidika izrabe tal. Najvišja vrednost je bila dosežena v združeni setvi zelja s paradižnikom, kljub najnižjemu relativnemu pridelku zelja, saj je paradižnik zaradi enake gostote rastlin v združeni setvi imel najvišji relativni pridelek. Ostale vrednosti LER bi lahko razdelili v dve homogeni skupini, srednje vrednosti so bile dosežene pri zelju v združeni

setvi s solato, rdečo peso in zeleno ter najnižje pri zelju, ki je raslo skupaj s fižolom in porom. Najnižja vrednost LER pri združeni setvi zelja in fižola je bila dosežena zaradi nizkih pridelkov zelja, kar potrjuje veliko tekmovalno moč fižola proti zelju. Delež rastlin pora je bil manjši v primerjavi s fižolom, zaradi česar je bil tudi relativni pridelek pora nižji, vendar je bila njegova tekmovalna moč proti zelju manjša in posledično so bili tudi relativni pridelki zelja višji kot pri obravnavanju s fižolom.

4 Sklepi

Skupna produktivnost združene setve z vidika izrabe tal je skupek delovanja več dejavnikov, kot so izbira vrst in sort, razporeditve in gostote rastlin v združeni setvi in termina oz. časa pridelovanja. Raziskava je pokazala, da imajo posebej kombinacije zelenjadnic z različno dolgimi rastnimi dobami velik potencial v produktivnosti in učinkovitem koriščenju razpoložljivih okoljskih virov. Preučevane zelenjadnice imajo v združeni setvi bolj učinkovito skupno izrabo okoljskih virov in pridelovalne površine v primerjavi s samostojnimi posevki. Združena setev prav tako poveča produktivnost in zmanjša tveganje za izgubo pridelka, kar je še posebej pomembno za pridelovalce z omejenimi površinami ter ekološke pridelovalce, pri katerih je pridelek precej odvisen od naravnih mehanizmov v pridelovalnem sistemu.

5 Literatura

- Bavec, F.; Bavec, M. 2007. Organic production and use of alternative crops, Taylor&Francis Group, 241str.
- Bavec, M. s sod. 2006. 'Intercropping – alternativa za zmanjšanje inputov v pridelavi zelenjave in poljščin.' CRP 'Konkurenčnost Slovenije 2006-2013', 31 str.
- Baumann, D.T.; L. Bastiaans; M.J. Kropff. 2001. Competition and crop performance in a leek-celery intercropping system. *Crop Science* 41: 764-774
- Brown, J.E. in sod. 1985. Production and economic returns of vegetable intercropping systems. *J. Amer. Soc. HortScience* 110 (3): 350-353
- De Wit, C.T. 1960. On competition. *Versl. Landbouwk. Onderz.* 66 : 1-82
- Guvenc, I.; E. Yildirim. 2006. Increasing productivity with intercropping systems in cabbage production. *Journal of sustainable agriculture*, Vol. 28(4): 29-44
- Jarenyama, P. in sod. 2000. Relay- intercropping of sunnhemp and cowpea into a smallholder maize system in Zimbabwe. *Agron. Journal* 92: 239-244
- Keating, B.A.; Carberry. P.S. 1993. Resource capture and use in intercropping: Solar radiation. *Field crop research* 34: 273-301
- Mead R.; Willey, R.W. 1980. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yield from intercropping. *Experimental agriculture* 16: 217-228
- Midmore, D.J. 1993. Agronomic modification of resource use and intercrop productivity. *Field Crops Research* 34: 357- 380
- Olasantan, F.O. 1991. Response of tomato and okra to nitrogen fertilizer in sole cropping and intercropping with cowpea. *HortScience* 66: 191-199
- Santos, R. s sod. 2002. Crop interactions in broccoli intercropping. *Biol. Agric. and Hort.* 20: 51-75
- Splittstoesser, W.E. 1990. *Vegetable Growing Handbook*. Van Nostrand Reinhold, USA, 362 str.

- Vandermeer, J. 1989. *The ecology of intercropping*. Cambridge University Press, UK, 237 str.
- Varghese, L. 2000. Indicators of production sustainability in intercropped vegetable farming on montmorillonitic soils in India. *Journal of Sustainable Agriculture* 16 (4): 5-17
- Zimmermann, M.J.O. 1996. Breeding for yield, in mixtures of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays* L.). *Euphytica* 92: 129-134

Vpliv sorte, gnojenja z dušikom in razkuževanja semena na okuženost zrnja pšenice s *Fusarium* sp. in onesnaženost z mikotoksini

Andrej ZEMLJIČ⁸⁰, Romana RUTAR⁸¹, Metka ŽERJAV⁸², Jože VERBIČ⁸³

Izvleček

Pri proučevanju dejavnikov, ki vplivajo na vsebnost mikotoksinov v pšenici smo vzorce z večfaktorskega poskusa, ki smo ga izvedli na dveh poskusnih mestih, analizirali na vsebnost deoksinivalenola (DON), nivalenola (NIV), acetildeoksinivalenola (Ac DON), T-2 toksina (T-2) in HT-2 toksina. Od vseh analiziranih toksinov je bil nad mejo detekcije le DON. Na vsebnost DON sta značilno vplivali sorta ($p < 0,001$) in lokacija ($p < 0,001$), vpliva razkuževanja semena in gnojenja pa sta bila neznačilna. V povprečju so vzorci vsebovali 354 μg DON/kg zrnja. Noben vzorec ni presegel največje dovoljene ravni za žita (1.250 μg DON/kg zrnja). Razlike med lokacijama so bile precejšnje (263 in 445 μg DON/kg zrnja). Velik je bil tudi razpon med sortami (od 208 do 595 μg DON/kg zrnja). Vsebnost DON je bila povezana z laboratorijsko določeno okuženostjo s *Fusarium* sp., vendar je bila povezava šibka in odvisna od lokacije pridelovanja. Na omenjene mikotoksine smo analizirali tudi 3 vzorce pšenice s posebej izbranih njiv z zelo okuženimi klasi. Vsebnosti DON so se v zrnju okuženih rastlin gibale od 9.005 do 32.757 μg DON/kg zrnja, v na videz zdravih pa od 1.821 do 13.696 μg DON/kg zrnja. Najbolj onesnažen vzorec je za več kot 25 krat presegel največjo dovoljeno raven DON. Ti vzorci so vsebovali tudi NIV in Ac DON. T-2 in HT-2 sta bila tudi v teh vzorcih pod mejo detekcije (30 μg /kg zrnja).

Ključne besede: mikotoksini, pšenica, sorte, *Fusarium*, gnojenje, razkuževanje semena

The effect of variety, nitrogen fertilisation and seed dressing on the infestation of wheat grain with *Fusarium* sp. and contamination with mycotoxins

Abstract

At the study of factors affecting the content of mycotoxins in wheat, the samples of multifactorial trial carried out on two experimental locations were analysed for the content of deoxynivalenol (DON), nivalenol (NIV), acetyldeoxynivalenol (Ac DON), T-2 toxin (T-2) and HT-2 toxin. Of all the toxins analysed only DON was above detection limit. The DON content was significantly affected by variety ($P < 0.001$) and location ($P < 0.001$) while the effect of seed dressing and fertilisation were insignificant. The samples contained 354 μg DON/kg grains. No sample exceeded the maximum tolerance level for cereals (1 250 μg DON/kg grains). The differences between locations were considerable (263 and 445 μg DON/kg grains). The span between the cultivars was also large (from 208 to 595 μg DON /kg grains). The DON content was related to the *Fusarium* sp. infection determined in the laboratory, but the relation was weak and depended on the production location. Three wheat samples from specially selected fields with severely infected ears were also analysed for mycotoxins mentioned above. The DON contents in visually infected plants ranged from 9 005 to 32 757 μg DON/kg grains, in those visually healthy from 1 821 to 13 696 μg DON/kg grains. The most severely contaminated sample exceeded by more than 25 times the highest tolerance level of DON. The samples also contained NIV and Ac DON. T-2 and HT-2 were below detection level (30 μg /kg grains) in these samples, too.

Key words: mycotoxins, wheat, variety, *Fusarium*, fertilisation, seed dressing

⁸⁰ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.zemljic@kis.si

⁸¹ Mag., univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: romana.rutar@kis.si

⁸² Univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: metka.zerjav@kis.si

⁸³ Dr., univ. dipl. inž. zoot., prav tam, e-pošta: joze.verbic@kis.si

1 Uvod

Posevke pšenice napadajo številne glivične bolezni. V zmerno toplem pasu jih pogosto povzročajo glive iz rodu *Fusarium*. V naših rastnih razmerah so najpogostejše okužbe s *Fusarium graminearum*, v manjšem obsegu pa se pojavljajo še druge *Fusarium* vrste (Žerjav, neobjavljeno). *Fusarium graminearum* tvori v določenih razmerah mikotoksine kot so deoksinivalenol (DON), nivalenol (NIV) in zearalenon (ZEA). Pšenica je najpogostejše onesnažena z deoksinivalenolom (DON), ki spada v skupino trihotecenov in ima citotoksično delovanje ter škodljivo vpliva na imunski sistem (Bottalico, 1998). Pomemben preventivni ukrep za zaščito potrošnikov je določitev mejnih vrednosti mikotoksinov v žitih in izdelkih iz njih. Uredba komisije (ES) št. 1881/2006, ki govori o določitvi mejnih vrednosti nekaterih onesnaževal v živilih predpisuje, da sme navadna pšenica pred mletjem vsebovati največ 1.250, durum pšenica 1.750, moka 750 in večina izdelkov iz moke pa 500 µg DON/kg. Hrana za dojenčke in majhne otroke sme vsebovati največ 200 µg DON/kg.

Na obseg okužb s *Fusarium graminearum* in posledično na vsebnost DON v zrnju vpliva več dejavnikov. Med najpomembnejšimi so kolobar, občutljivost sorte, gnojenje z dušikom, vremenske razmere v času od cvetenja do dozorevanja, način obdelave tal ter uspešnost zatiranja fuzarioz s fungicidi (Bartles, 2003).

Žlahtniteljem do sedaj še ni uspelo vzgojiti sort pšenice, ki bi bile popolnoma odporne na okužbe s *Fusarium* sp., so pa razlike v občutljivosti med sortami zelo velike. Pomembno vlogo pri odpornosti sort imajo nekatere morfološke lastnosti kot so višina slame, položaj klasov in zbitost klaskov v klasu (Klingenhagen in Frahm, 1999). Gliva se najprej naseli na prašnikih in zaradi tega je verjetnost, da pride do okužbe, precej manjša pri sortah s kratkim časom cvetenja in pri sortah, ki po oploditvi hitro odvržejo prašnike (Ruland, 2003).

Podatkov o vplivu gnojenja na razvoj gliv iz rodu *Fusarium* sp. pri žitih je malo. Oldenburgova in Brunotte (2002) navajata, da je za razvoj *Fusarium* sp. in tvorbo mikotoksinov v strnih žitih in koruzi problematično tako preskromno kot tudi preobilno gnojenje z dušikom. Lemmens in sod. (2004) so v večletnih poskusih ugotovili, da ima povečanje gnojenja z dušikom značilen vpliv na povečanje okuženosti s *Fusarium graminearum*, medtem ko oblika dušikovega gnojila na okuženost ni vplivala. Tudi podatkov o vplivu razkuževanja semena na razvoj *Fusarium* sp. ni veliko. Rutarjeva (neobjavljeno) je ugotovila, da razkuževanje močno okuženega semena pšenice ne vpliva na pojav bolezni na rastoči pšenici. Do podobnih ugotovitev so prišli Wiersme in sod. (2004), ki navajajo, da razkuževanje semena pšenice sicer izboljša laboratorijsko kalivost, da pa v poljskih poskusih razlike niso tako očitne.

Cilj raziskave je bil proučiti vplive sort, intenzivnosti gnojenja z dušikom in razkuževanja semena na obseg okužb s *Fusarium* sp. in vsebnost mikotoksinov v pšenici.

2 Material in metode

V letu 2006 smo v Jabljah pri Trzinu in v Lipici pri Škofji Loki zasnovali dva večfaktorska poskusa. V vsakem poskusu je bilo 16 obravnavanj, poskusna shema pa naključni blok v štirih ponovitvah. Preučevali smo vpliv sort (4 sorte z različno odpornostjo na fuzarioze), gnojenja z dušikom (intenzivno (I) in ekstenzivno (E)) in razkuževanje semena s fungicidom (razkuženo (R) in nerazkuženo (N)). Velikost osnovne parcelice je bila 6 m². Na obeh poskusnih mestih je pred zasnovo poskusov rasla koruza za siliranje. Izbor sort smo opravili na osnovi rezultatov preizkušanja v postopku registracije sort in preizkušanja sort za rajonizacijo pridelovanja. Pri obeh načinih gnojenja smo odmere dušika razdelili v tri obroke. Ob setvi smo vsa obravnavanja na obeh poskusnih mestih pognojili s 30 kg N/ha v obliki NPK gnojil. Prvo

dognojevanje v fazi razraščanja (EC 21-25) smo opravili s KAN-om (27% N). Količino dušika za prvo dognojevanje smo določili tako, da smo od ciljne vrednosti 80 kg N/ha za E in od ciljne vrednosti 120 kg N/ha za I odšteli raven mineralnega dušika v tleh, ki smo ga določili z N-min metodo. Drugo dognojevanje v fazi kolenčenja (EC 31-32) smo opravili s KAN-om tako, da smo I obravnavanja pognojili s 60 kg N/ha, E obravnavanja pa s 30 kg N/ha. Za razkuževanje semena smo uporabili Maxim extra 050 FS (aktivna snov difenokonazol in fludioksonil) v odmerku 15 ml/10 kg semena. Sredstev za varstvo rastlin proti glivičnim boleznim v času rasti nismo uporabljali pri nobenem izmed obravnavanj. Žetev poskusnih parcel smo opravili s parcelnim kombajnom Wintersteiger. Pretok zraka pri kombajnu smo nastavili tako, da ni prišlo do izmetavanja okuženih zrn, ki so praviloma lažja od zdravih. Celotne pridelke iz posameznih parcel smo po sušenju razdelili z razdelilnikom, podvzorce pa združili v združen vzorec 4 ponovitev istega obravnavanja..

Na združenem vzorcu smo z izolacijo na gojišču in morfološko analizo ugotovili pri 100 naključno izbranih semenih odstotek (%) okužbe s *Fusarium* sp. in s *F. graminearum*, *F. avenaceum* in *F. poae*. Seme je bilo pred inkubacijo 10 minut namočeno v 1 % raztopino natrijevega hipoklorita. Po 5 semen v petrijevki smo inkubirali na krompirjevem gojišču z antibiotiki (PDA+) 6 dni pri temperaturi 22°C. Kolonije so bile nato precepljene na gojišče revno s hranili SNA (Spezieller Nährstoffarmer Agar). Po 10-14 dneh inkubacije pri 22°C je sledila morfološka analiza izolatov. Na združenih vzorcih je bila določena vsebnost deoksinivalenola (DON), nivalenola (NIV), acetildeoksinivalenola (Ac DON), T-2 toksina (T-2) in HT-2 toksina (HT-2).

Poleg poskusa smo v letu 2007 opravili tudi ciljno vzorčenje pšenice na posebej izbranih zelo okuženih posevkih. Zbrali smo dva posevka in sicer posevek s sorto Incisif in posevek s sorto Orvantis. Na polju smo ocenili stopnjo okuženosti s fuzarijem. Na njivi, posejani s sorto Incisif smo v sredini voščene zrelosti in ob polni zrelosti poželi vzorec s površine 1 m². Vzorčenje v posevku Orvantis smo opravili samo ob polni zrelosti. Vzorce smo razdelili na vizualno zdrave in okužene rastline ter zrnje analizirali na vsebnost istih mikotoksinov kot v poskusu.

DON, NIV, Ac-DON, T-2 toksin in HT-2 toksin so bili ekstrahirani iz posušenih zmletih vzorcev z mešanico acetonitrila in vode. Vsebnost trihotecenov tipa B (DON, NIV, Ac-DON) je bila določena s tekočinsko kromatografijo z UV detekcijo (220 nm), vsebnosti trihotecenov A (T-2 in HT-2) pa s tekočinsko kromatografijo s tandemskim masnim spektrometrom. Meje zaznavanja za DON, NIV in Ac DON so bile 50 µg/kg, za T-2 in HT-2 pa 30 µg/kg. Vse analize na mikotoksine so bile opravljene v laboratoriju Quantas Analytik GmbH, Tulln, Avstrija.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 OKUŽENOST S FUSARIUM SP. IN VSEBNOST MIKOTOKSINOV V PŠENICI IZ POLJSKIH POSKUSOV

Stopnjo okuženosti in vsebnost mikotoksinov smo določili na 32 združenih vzorcih pšenice iz Jabelj in Škofje Loke. Nad mejo zaznavanja so bile samo vrednosti za DON, vsebnost ostalih analiziranih toksinov je bila pod mejo zaznavanja. Posamezni vzorci so vsebovali od 88 do 982 µg DON/kg zrnja. Noben vzorec ni presegal najvišje dovoljene vrednosti, ki znaša za pšenico 1.250 µg DON/kg zrnja (Uredba komisije (ES) št. 1881/2006). Povprečna vsebnost DON je bila v vzorcih iz Jabelj značilno večja kot v vzorcih iz Škofje Loke (preglednica 1).

To potrjuje velik pomen rastišča in mikroklimatskih razmer na tvorbo toksinov. Na obeh lokacijah so se vsebnosti DON značilno razlikovale tudi med sortami. Največje vrednosti so bile določene v vzorcih sorte Isengrain, sledili sta sorti Soissons in Antonius, najmanj DON pa je vsebovala sorta Renan (preglednica 1). Pri razlagi teh podatkov moramo biti previdni, saj je možno, da razlike izhajajo iz razlik v času cvetenja, ko je pšenica najbolj dovzetna za okužbe. V kolikor je velika vsebnost DON pri sorti Isengrain posledica neugodnih vremenskih razmer v tem času, ni rečeno, da bi prišli do podobnih ugotovitev tudi v drugih letih in ob drugačni razporeditvi padavin. Intenzivnost gnojenja z dušikom ni značilno vplivala na vsebnost DON. Do podobnih rezultatov je prišel tudi Aufhammer s sod. (2000), ki navaja da gnojenje z dušikom ni vplivalo na jakost okužbe s *Fusarium* sp., vsebnosti DON pa so bile manjše samo pri povsem negnojeni kontroli. Tudi razkuževanje semena pred setvijo ni vplivalo na vsebnost DON v zrnju pšenice (preglednica 1).

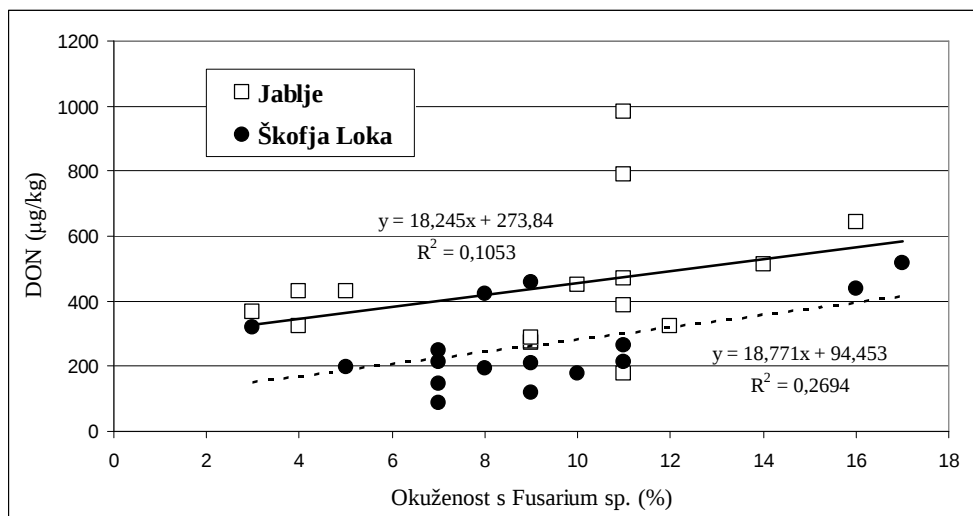
Mikološke analize so pokazale, da je bilo zrnje pšenice najbolj okuženo z vrsto *Fusarium graminearum*, v manjšem obsegu pa še z vrstama *Fusarium avenaceum* in *Fusarium poae*. Skupna okuženost s *Fusarium* sp. se je pri posameznih vzorcih gibala od 3 do 17 %. Razlik v povprečni okuženosti zrnja med lokacijama ni bilo, prav tako se ni razlikovala povprečna okužba med obravnavanji z intenzivnim in ekstenzivnim gnojenjem. Med vključenimi sortami je bila najbolj okužena sorta Isengrain. Med ostalimi sortami ni bilo značilnih razlik. Medsebojna povezava med stopnjo okuženosti zrnja s *Fusarium* sp. in vsebnostjo DON je bila na obeh lokacijah šibka (slika 1). Vzorci z enako ali podobno stopnjo okuženosti so se v vsebnosti DON precej razlikovali. Šibko povezavo med okužbo s fuzarijem in vsebnostjo DON navajajo tudi Aufhammer s sod. (2000).

Preglednica 1: Vpliv lokacije, gnojenja, razkuževanja semena in sorte na vsebnost deoksinivalenola (DON) v zrnju in okuženost zrnja z vrstami *Fusarium* sp.

	DON (µg/kg vzorca z 12 % vlage)	<i>Fusarium</i> sp. skupaj	Okuženost zrnja v odstotkih (%)		
			<i>F. graminearum</i>	<i>F. avenaceum</i>	<i>F. poae</i>
Lokacija					
Jablje	449 ^b	9,38	5,31	0,63 ^a	3,31 ^b
Škofja Loka	263 ^a	9,00	4,75	2,25 ^b	1,69 ^a
Značilnost (p)	< 0,001	> 0,1	> 0,1	< 0,001	< 0,01
Gnojenje					
Ekstenzivno	336	9,06	4,81	1,31	2,56
Intenzivno	372	9,31	5,25	1,56	2,44
Značilnost (p)	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1	> 0,1
Razkuževanje					
Razkuženo	335	10,31 ^b	6,31 ^b	1,31	2,56
Nerazkuženo	373	8,06 ^a	3,75 ^a	1,56	2,44
Značilnost (p)	> 0,1	< 0,05	< 0,001	> 0,1	> 0,1
Sorta					
Soissons	312 ^b	6,38 ^a	3,50 ^a	1,50	2,07 ^a
Isengrain	595 ^c	12,75 ^b	8,38 ^b	1,50	3,69 ^b
Renan	209 ^a	8,88 ^a	4,00 ^a	1,63	3,94 ^b
Antonius	301 ^{a,b}	8,75 ^a	4,25 ^a	1,13	4,07 ^b
Značilnost (p)	< 0,001	< 0,001	< 0,001	> 0,1	< 0,001

Različno označene srednje vrednosti se med seboj razlikujejo statistično značilno ($p < 0,05$).

Povprečna okuženost zrnja s *Fusarium graminearum* in skupna okuženost s *Fusarium* sp. je bila pri postopkih, pri katerih je bilo seme tretirano z razkužilom, značilno večja kot pri netretiranih postopkih (preglednica 1). Poročil o tovrstnem učinku tretiranja semena v literaturi nismo našli, znani pa so primeri povečanja okužbe s *Fusarium* sp. v primeru uporabe fungicidov v času rasti (Henriksen in Elen, 2005).



Slika 1: Vpliv okuženosti vzorcev pšenice s *Fusarium* sp. na vsebnost DON

Preglednica 2: Vsebnost mikotoksinov v vzorcih pšenice na videz zdravih in na videz okuženih rastlin

Sorta	Ocena okužbe vzorcev s <i>Fusarium</i> sp. (%)	Vsebnost DON µg/kg zrnja		Vsebnost NIV µg/kg zrnja		Vsebnost AcDON µg/kg zrnja	
		Na videz okuženi	Na videz zdravi	Na videz okuženi	Na videz zdravi	Na videz okuženi	Na videz zdravi
ORVANTIS	20	32.757	13.696	115	52	943	440
INCISIF 1	58	9.005	1.821	427	397	154	<50
INCISIF 2	60	13.324	2.526	452	287	351	110
Povprečje	46	18.362	6.014	331	245	4831	183

1 - vzorčenje v voščeni zrelosti

2 - vzorčenje v polni zrelosti

3.2 VSEBNOST MIKOTOKSINOV V ZRNJU IZ POSEBEJ IZBRANIH, VIZUALNO MOČNO OKUŽENIH POSEVKOV PŠENICE

Vsebnosti mikotoksinov v vzorcih iz močno okuženih posevkov pšenice so prikazani v preglednici 2. Vsebnosti DON v zrnju navidezno okuženih rastlin so se gibale od 9.005 do 32.757 µg DON/kg zrnja, v na videz zdravih rastlinah pa od 1.821 do 13.696 µg DON na kg vzorca. V vseh vzorcih je bila presežena največja dovoljena vsebnost DON (1.250 µg/kg zrnja, Uredba komisije (ES) št. 1881/2006), najbolj onesnažen vzorec je presegal to vrednost celo za več kot 25 krat. Analizirani vzorci so vsebovali tudi NIV in Ac DON. T-2 in HT-2 sta bila tudi pri teh vzorcih pod mejo zaznavanja.

Tako močne okužbe in velike vsebnosti mikotoksinov so bile posledica spleta več dejavnikov tveganja: obe analizirani sorti pšenice sta manj odporni na okužbe z glivami *Fusarium* sp., v obeh posevkih je pšenica v kolobarju sledila koruzi za zrnje, pred setvijo sta bili obe njivi obdelani z minimalno obdelavo. Slabo zadelani koruzni žetveni ostanki pa predstavljajo velik infekcijski potencial in s tem veliko nevarnost za okužbo pšenice s fuzariozami (Bartles 2003, Dill-Macky 2000). Pri interpretaciji teh rezultatov je treba poudariti, da smo vzorce dobili z načrtnim iskanjem zelo okuženih posevkov in da smo tudi v okviru teh posevkov vzorčili na najbolj okuženih mestih. Ocenjujemo, da je verjetnost za tako velike vsebnosti mikotoksinov v praksi majhna. Kljub temu pa rezultati opozarjajo, da bi se bilo pri žetvi tako okuženim mestom smiselno izogniti.

4 Sklepi

Od vseh preiskovanih mikotoksinov smo v vzorcih iz poskusov, s katerimi smo proučevali vpliv sort, gnojenja z dušikom in razkuževanja semena, zasledili le DON. Noben od analiziranih vzorcev ni presegel največje dovoljene mejne vrednosti DON. Na vsebnost DON so značilno vplivale sorte in lokacije. Izsledki raziskav nakazujejo, da bi z izborom odpornih sort lahko bistveno zmanjšali tveganje za onesnaženje zrnja z DON, te ugotovitve pa bi morali potrditi z večletnimi poskusi. Intenzivnost gnojenja z dušikom in razkuževanje semena nista vplivala na vsebnost DON.

V vzorcih zrnja iz posebej izbranih močno okuženih posevkov iz prakse so bile nad mejo zaznavanja vsebnosti DON, NIV in AcDON. T-2 in HT-2 sta bila tudi pri teh vzorcih pod mejo zaznavanja. Vsi vzorci zrnja, tako iz navidezno okuženih kot iz navidezno zdravih rastlin, so presegali najvišjo dovoljeno vsebnost za DON.

Povezava med stopnjo okužbe s *Fusarium* sp. in vsebnostjo DON je bila šibka, kar pomeni, da na osnovi ocene okužb zrnja ni mogoče sklepati o vsebnosti mikotoksinov, razen pri zelo močnih okužbah.

5 Literatura

- Bartles, G., Rodemann, B. 2003. Strategien zur Vermeidung von Mykotoxinen im Getreide. Gesunde Pflanzen., 5: 125-135
- Bottalico, A. 1998. Fusarium diseases of cereals: species complex and related mycotoxin profiles in Europe. J Plant Path. 80: 85 – 103
- Dill-Macky, R., Jones, R. K. 2000. The effect of previous residues and tillage on Fusarium head blight of wheat. Plant Disease 84: 71-76
- Henriksen, B., Elen, O. 2005. Natural *Fusarium* Infection level in wheat, barley and oat after early application of fungicides and herbicides. J. Phytopathology 153: 214-220
- Klingenhagen, G., Frahm, J. 1999. Fusariumbefall im Getreide. Getreide Magazin 2: 74-76
- Lemmens, M., Haim, K., Lew, H., Ruckebauer, P. 2004. The effect of nitrogen fertilization on Fusarium head blight development and deoxynivalenol contamination in wheat. J. Plant Phytopath., 152: 1-8
- Oldenburg, E., Brunotte, J. 2002. Mykotoxine. Getreide Magazin, 3: 148-149
- Ruland, W. 2003. Fusariumtoxine in Weizen. Getreide Magazin 3: 148 – 150
- Wiersma, J. J., Kandel, H. J. 2004. The Response of Fusarium graminearum-infected seed of hard red spring wheat to Vitavax extra RTU and Dividend XL Seed Treatments. Plant management network: 5 s

Preučevanje insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera)

Helena ROJHT⁸⁴, Katarina KOS⁸⁵, Stanislav TRDAN⁸⁶

Izvilleček

Novembra 2007 smo začeli z laboratorijskim preučevanjem insekticidnega delovanja treh vzorcev diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera) v pšenici. Učinkovitost vzorcev diatomejske zemlje iz Grčije, Srbije in Slovenije smo ugotavljali pri treh temperaturah (15, 20 in 25°C), dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %) in štirih koncentracijah (100, 300, 500 in 900 ppm). Vsako obravnavanje je bilo v poskusu ponovljeno devetkrat. Smrtnost hroščev smo ugotavljali 7., 14. in 21. dan po izpostavitvi diatomejski zemlji. Z generalno statistično analizo smo ugotovili, da je bilo delovanje različnih tipov diatomejske zemlje najboljšje pri 30°C in 75 % relativni zračni vlagi, najslabše pa pri 25°C in 55 % vlagi. Najboljše delovanje slovenskega vzorca diatomejske zemlje smo zabeležili pri temperaturi 20 in 30°C ter pri 75 % vlagi.

Ključne besede: *Sitophilus oryzae*, rižev žužek, diatomejska zemlja, laboratorijski poskus

Research on insecticidal activity of diatomaceous earth against adults of rice weevil (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera)

Abstract

In November 2007, research on insecticidal activity of three samples of diatomaceous earth (DE) against adults of rice weevil (*Sitophilus oryzae*, Curculionidae, Coleoptera) on wheat grains was started. The efficiency of DE samples from Greece, Serbia and Slovenia was examined at three temperatures (15, 20, and 25°C), two different values of relative humidity (55 and 75 %), and at four concentrations (100, 300, 500, and 900 ppm). Each treatment was repeated nine times. The mortality of the adults was evaluated 7, 14, and 21 days after exposure to samples. General statistical analysis showed that diatomaceous earth was the most effective at 30°C and 75 % of relative humidity. The least effect of the samples was observed at 25°C and 55 % of relative humidity. It was also established that the efficiency of Slovenian sample of diatomaceous earth was the highest at 20 and 30°C and 75 % of relative humidity.

Key words: *Sitophilus oryzae*, rice weevil, diatomaceous earth, laboratory bioassay

1 Uvod

Diatomejska zemlja (diatomejske sedimentne kamnine) je sestavljena iz mikroskopsko majhnih razgradljivih kremenastih alg, ki se odlagajo na dnu voda. To so enocelični organizmi, katerih celična stena vsebuje kremen. Od 35.000 vrst alg je na svetu kar 12.000 kremenastih, ki živijo v slani in sladki vodi. Odmrle alge se nabirajo na dnu voda in na leto tvorijo od 0,2 do 0,5 mm debele plasti sedimentov, ki so se v preteklosti naložili v več sto metrov visoke plasti. Podobno kot pri drevesnem deblu, lahko tudi pri kremenastih sedimentih, glede na število plasti (letnic) razberemo njihovo starost. Prav zaradi nastajanja v plasteh je pridobivanje za nadaljnjo uporabo pri filtraciji toliko lažje – sedimente odstranjujejo

⁸⁴ Mag., mlada raziskovalka, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, Katedra za entomologijo in fitopatologijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: helena.rojht@bf.uni-lj.si

⁸⁵ Univ. dipl. inž. agr., asistentka za področje varstvo rastlin, prav tam

⁸⁶ Doc. dr., prav tam

po slojih ter jih nato z majhno porabo energije zmeljejo v prah. Kremenaste alge so različnih oblik, njihovo ogrodje sestavljajo številne pore. Kemijsko je diatomejska zemlja v glavnem sestavljena iz silicijevega dioksida (SiO_2), ki ga je do 95 %, ter oksidov aluminija in železa (Hauptman in sod. 2006).

Nahajališča diatomejske zemlje najdemo v kraterskih jezerih, puščavah – povsod, kjer je bila ali je še sladka voda. Na svetu letno pripravijo okrog 1,3 milijona ton diatomejske zemlje. Največje proizvajalke diatomejske zemlje so ZDA (620.000 t na leto), Kitajska (390.000 t), Danska (233.000 t), Japonska (130.000 t), ki pa morajo za proizvodnjo izpolnjevati določene pogoje. Najstarejša nahajališča sedimentov kremenastih alg so v Burgerheimu (Nemčija), vendar so izkopavanje zaradi predragega postopka pred desetimi leti opustili (Hauptman in sod. 2006).

Obdelana diatomejska zemlja se uporablja kot filtracijsko sredstvo za pripravo pijač ter kot polnilo pri izdelovanju avtomobilskih gum, papirja, zdravil, stenskih barv, kartona – daje mu trdnost in stabilnost – zobnih in polimnih past,... Alfred Nobel je z njeno pomočjo stabiliziral nitroglicer in tako naredil dinamit. V preteklosti so jo uporabljali za sijaj živalske dlake in čiščenje konjskih podkev (Hauptman in sod. 2006).

Insekticidi, ki jih nanašajo neposredno na živež, so najbolj pogosto uporabljena sredstva za varovanje uskladiščenega živeža pred skladiščnimi škodljivci. Zaradi več negativnih lastnosti, kot je toksičnost za sesalce, ostankov insekticida na živežu in pojavljanja odpornosti nekaterih škodljivcev na insekticide, so se raziskovalci usmerili v alternativne metode zatiranja škodljivcev. Med takšne postopke štejemo tudi biotično zatiranje skladiščnih škodljivcev z diatomejsko zemljo (Arthur, 1996).

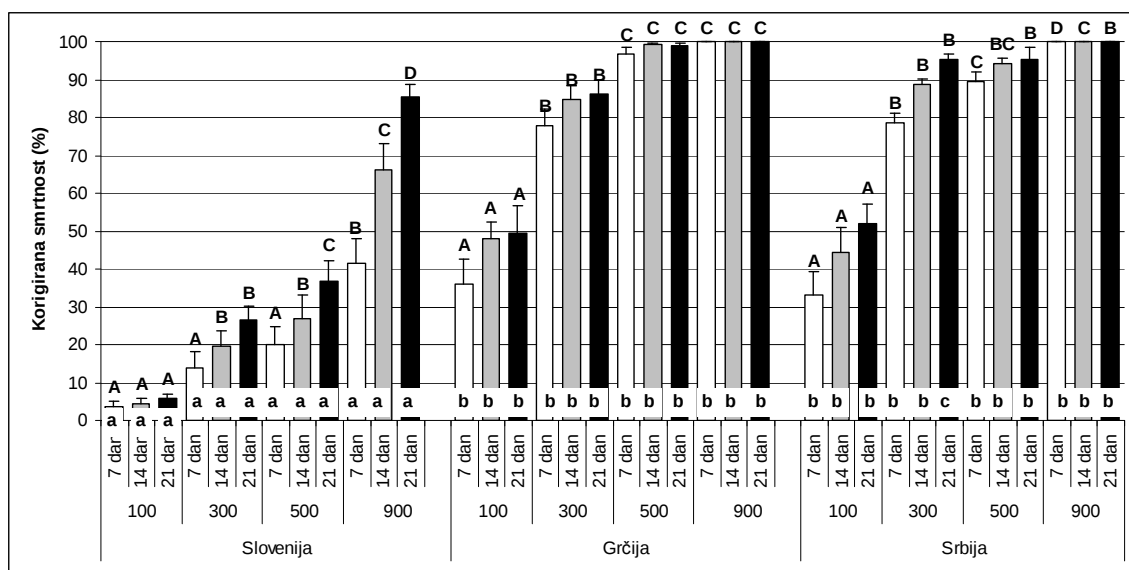
Splošno znano dejstvo je, da diatomejska zemlja pri žuželkah deluje na zaščitno povoskano plast žuželčje kutikule, kar povzroči povečano izgubo vode in posledično smrt zaradi izsušitve (Korunić, 1998; Subramanyam in Roesli, 2000). Diatomejska zemlja ima prednost pred insekticidi, saj ni toksična za sesalce, med predelavo se zlahka odstrani z živeža (Golob, 1997; Korunić, 1998; Subramanyam in Roesli, 2000), za njen nanos se uporablja približno enaka tehnologija kot pri klasičnem nanosu insekticidov, poleg tega pa predstavlja dolgotrajno varstvo živeža pred škodljivci (Stathers in sod. 2004, Athanassiou in sod. 2005a). Diatomejska zemlja deluje na žuželke fizikalno, zato je verjetnost za pojav rezistence žuželk nanjo majhna (Golob, 1997; Korunić, 1998; Subramanyam in Roesli, 2000).

2 Material in metode dela

Novembra 2007 smo začeli z laboratorijskim preizkušanjem insekticidnega delovanja diatomejske zemlje na odrasle osebkke riževega žužka v pšenici. Pšenica je bila pridelana na integriran način v letu 2007 v okolici Horjula (zahodno od Ljubljane). Za poskus, v katerem smo preizkušali tri različne vzorce diatomejske zemlje, in sicer iz Slovenije, Grčije in Srbije, smo uporabili laboratorijsko populacijo škodljivca iz entomološkega laboratorija Katedre za entomologijo in fitopatologijo. Slovenski vzorec diatomejske zemlje je bil odvzet v bližini vasi Bela cerkev (občina Šmarješke Toplice). Mineraloška analiza slovenskega vzorca kaže, da je sestavljen iz več kot 30 % kremenca, okrog 30 % opala-A in velikega deleža glinenih mineralov. Po klasifikaciji Bárdossy in Hajós-eve (1963) bi ga lahko uvrstili med diatomejske meljevce (Horvat in Mišič, 2004). Vzorec iz Grčije je bil nabran v osrednji Grčiji, v okolici mesta Elassona ob vznožju gore Olimp, medtem ko je srbski vzorec izviral iz doline reke Kolubare. Delci diatomejske zemlje so bili veliki približno 2 μm . Učinkovitost diatomejske zemlje smo ugotavljali pri treh temperaturah (15, 20 in 25°C), dveh vrednostih relativne zračne vlage (55 in 75 %) in štirih koncentracijah vzorcev (100, 300, 500 in 900 ppm). Vsako obravnavanje je bilo v poskusu ponovljeno devetkrat. V stekleno erlenmajerico smo dali 1 kg

pšenice in določeno koncentracijo diatomejske zemlje. Nato smo erlenmajerice ročno mešali približno 10 minut, tako da se je diatomejska zemlja enakomerno porazdelila med zrnje. Zatem smo odtehtali trikrat po 50 g vzorcev v manjše erlenmajerice in to ponovili tri dni zapored. V vsako erlenmajerico smo dali 30 odraslih osebkov riževega žužka. Smrtnost hroščev smo vrednotili 7., 14. in 21. dan po izpostavitvi škodljivcev diatomejski zemlji.

Vse statistične analize smo naredili s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0 in grafično predstavili s programom Microsoft Office Excel. Statistične razlike v odstotku smrti odraslih osebkov riževega žužka, izpostavljenih petim različnim obravnavanjem (posamezen vzorec diatomejske zemlje v štirih različnih koncentracijah - in kontrola) pri treh različnih temperaturah in pri relativni zračni vlagi 55 % in 75 %, smo ugotavljali z multifaktorsko analizo variance. Odstotek smrti hroščkov v različnih obravnavanjih smo pred tem korigirali z uporabo Abbottove formule (Abbott, 1925). Za določanje razlik med povprečnimi vrednostmi različnih obravnavanj smo uporabili Duncanov preizkus mnogoterih primerjav ($P \leq 0,05$).

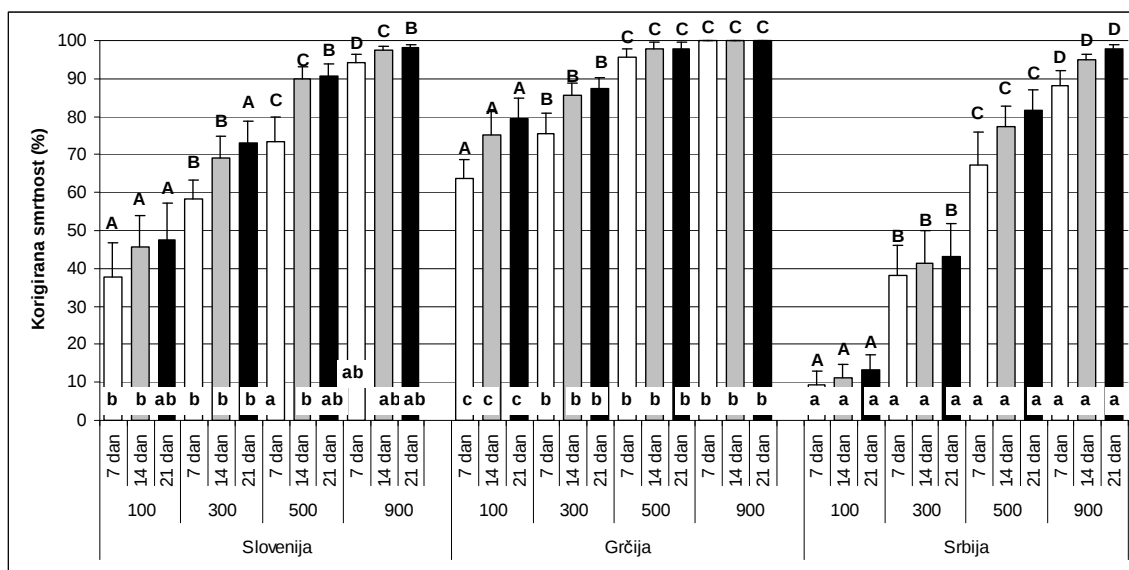


Slika 1: Odstotek smrti odraslih osebkov riževega žužka (*Sitophilus oryzae*) pri slovenskem, grškem in srbskem vzorcu, pri 20 °C in 55 % relativni zračni vlagi po 7, 14 in 21-ih dneh po tretiranju. Velike črke nad stolpci predstavljajo statistično značilne razlike znotraj enega vzorca, ene koncentracije in dneva po tretiranju, male črke pa statistično značilne razlike med vzorci pri posamezni koncentraciji in dnevu.

3 Rezultati z diskusijo

Z generalno statistično analizo smo ugotovili, da so na odstotek smrti riževega žužka vplivali temperatura, relativna zračna vlaga, vzorec diatomejske zemlje in njena koncentracija ter zaporedni dan po tretiranju. Generalno je insekticidno najboljše deloval vzorec iz Srbije, sledil je vzorec iz Grčije in vzorec iz Slovenije. Po pričakovanju je bila smrtnost najnižja 7. dan in najvišja 21. dan po tretiranju. Smrtnost je naraščala tudi z večanjem koncentracije diatomejske zemlje. Presenetili so nas rezultati smrti glede na temperaturo, saj je bila najmanjša smrtnost pri 25°C, največja pa je bila pri 30°C. Več avtorjev (Athanassiou in sod., 2005b; Athanassiou in sod., 2006) namreč navaja, da se smrtnost viša z večanjem

temperature. Predvidevamo, da je vzrok za manjšo smrtnost pri temperaturi 25°C v razmerah gojenja hroščkov, saj je bila temperatura, pri kateri smo jih gojili okrog 25°C. Znano je namreč, da so žuželke občutljive na nenadne spremembe temperature in stres povezan z njimi (Milevoj, 2007). Z generalno analizo smo tudi ugotovili, da je bilo delovanje diatomejske zemlje najboljše pri 30°C in 75 % vlagi, najslabše pa pri 25°C in 55 % vlagi.



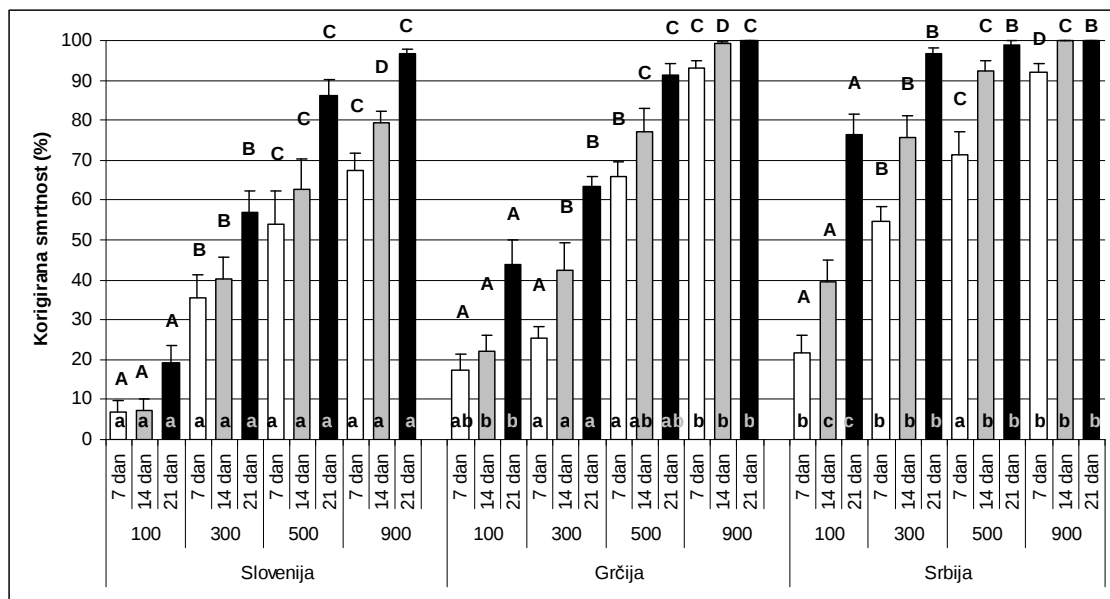
Slika 2: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov riževega žužka (*Sitophilus oryzae*) pri slovenskem, grškem in srbskem vzorcu, pri 20 °C in 75 % relativni zračni vlagi po 7, 14 in 21-ih dneh po tretiranju. Velike črke nad stolpci predstavljajo statistično značilne razlike znotraj enega vzorca, ene koncentracije in dneva po tretiranju, male črke pa statistično značilne razlike med vzorci pri posamezni koncentraciji in dnevu.

Najslabše insekticidno delovanje pri 20°C in 55 % relativni zračni vlagi se je pokazalo pri vzorcu iz Slovenije, kjer se je delovanje statistično razlikovalo od ostalih dveh vzorcev (slika 1). Grški in srbski vzorec sta se izkazala kot zelo učinkovita že pri drugi najnižji koncentraciji (300 ppm), saj je bila smrtnost nad 75 %. Pri tem obravnavanju je bila smrtnost v slovenskem vzorcu najnižja.

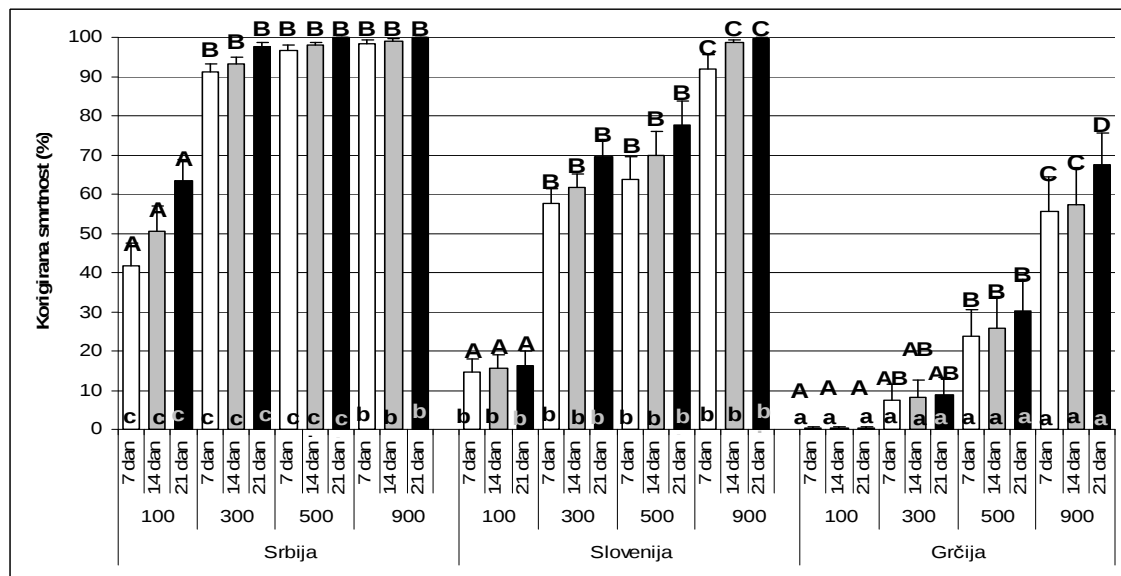
Najslabše insekticidno delovanje pri 20°C in 75 % relativni zračni vlagi se je pokazalo pri vzorcu iz Srbije, kjer se je delovanje statistično razlikovalo od ostalih dveh vzorcev (slika 2). Slovenski vzorec je bil srednje dober in je pri začetni koncentraciji 100 ppm v povprečju med dnevi po tretiranju dosegel nad 40 % smrtnost hroščkov.

Pri danih razmerah 25°C in 55 % relativne zračne vlage je bila povprečna smrtnost hroščkov najnižja (slika 3). Slovenski in grški vzorec se signifikantno razlikujeta le pri najvišji koncentraciji 900 ppm, medtem ko je generalno gledano srbski vzorec najboljši.

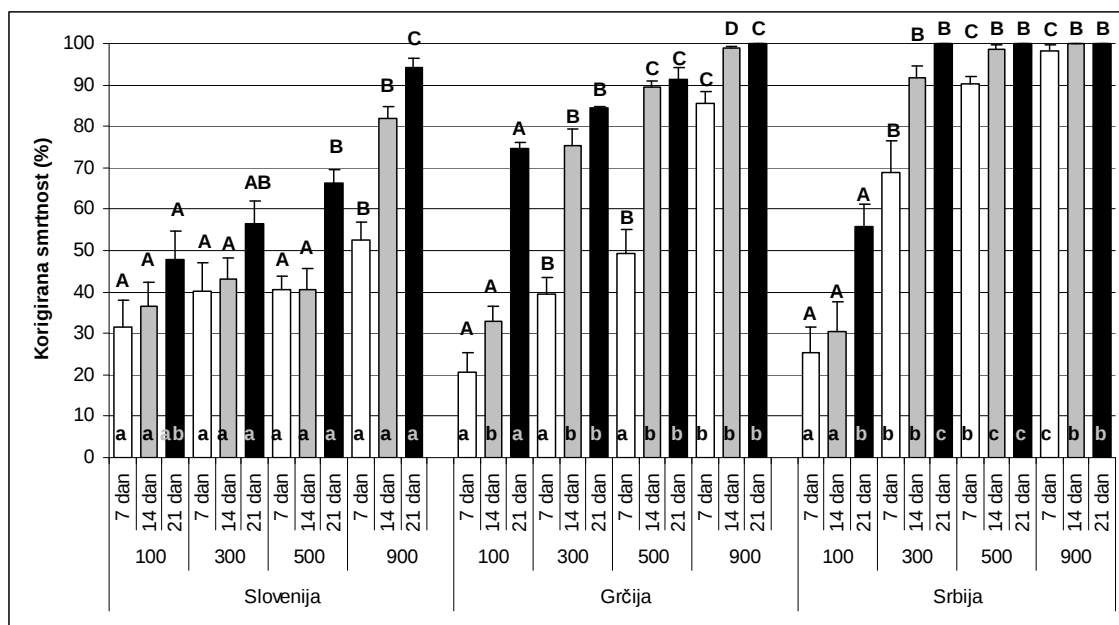
Pri 25°C in 75 % relativni zračni vlagi je bil slovenski vzorec signifikantno boljši od grškega in slabši od srbskega vzorca, razen pri najvišji koncentraciji, kjer se ni signifikantno razlikoval od srbskega vzorca (slika 4). Slovenski vzorec je izkazal dobro insekticidno delovanje pri koncentracijah 300 in 500 ppm, ko je le-to preseglo 55 % smrtnost, pri koncentraciji 900 ppm pa je bila smrtnost že po sedmih dneh po tretiranju nad 90 %.



Slika 3: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov riževega žuška (*Sitophilus oryzae*) pri slovenskem, grškem in srbskem vzorcu, pri 25 °C in 55 % relativni zračni vlagi po 7, 14 in 21-ih dneh po tretiranju. Velike črke nad stolpci predstavljajo statistično značilne razlike znotraj enega vzorca, ene koncentracije in dneva po tretiranju, male črke pa statistično značilne razlike med vzorci pri posamezni koncentraciji in dnevu.



Slika 4: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov riževega žuška (*Sitophilus oryzae*) pri slovenskem, grškem in srbskem vzorcu, pri 25 °C in 75 % relativni zračni vlagi po 7, 14 in 21-ih dneh po tretiranju. Velike črke nad stolpci predstavljajo statistično značilne razlike znotraj enega vzorca, ene koncentracije in dneva po tretiranju, male črke pa statistično značilne razlike med vzorci pri posamezni koncentraciji in dnevu.



Slika 5: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov riževega žužka (*Sitophilus oryzae*) pri slovenskem, grškem in srbskem vzorcu, pri 30 °C in 55 % relativni zračni vlagi po 7, 14 in 21-ih dneh po tretiranju. Velike črke nad stolpci predstavljajo statistično značilne razlike znotraj enega vzorca, ene koncentracije in dneva po tretiranju, male črke pa statistično značilne razlike med vzorci pri posamezni koncentraciji in dnevu.

Pri 30°C in 55 % relativni zračni vlagi je bilo delovanje diatomejske zemlje najboljše pri srbskem vzorcu in najslabše pri slovenskem, vendar pa ni bilo statistično značilne razlike med srbskim in slovenskim vzorcem pri najnižji koncentraciji 100 ppm (slika 5). Smrtnost hroščkov pri slovenskem vzorcu se pri koncentracijah 100, 300 in 500 ppm ni bistveno razlikovala.

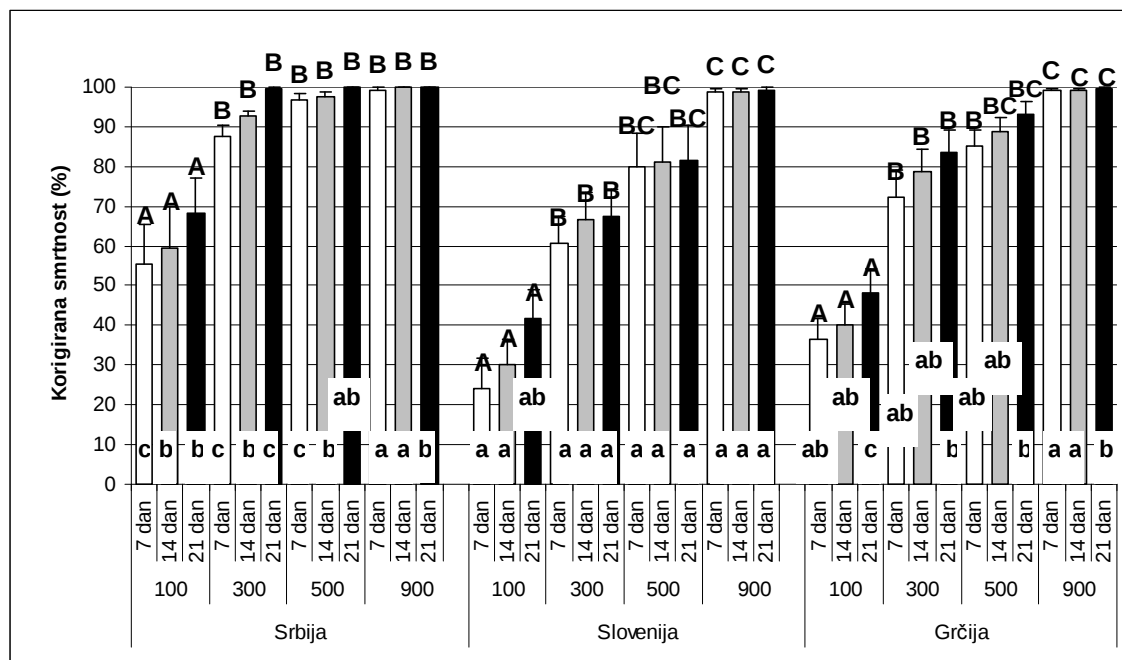
Pri 30°C in 75 % relativni zračni vlagi je bila smrtnost osebkov riževega žužka najvišja (slika 6). Pri nižjih koncentracijah je izstopal vzorec iz Srbije, pri katerem je smrtnost presegla 50 % že sedmi dan pri najnižji koncentraciji 100 ppm, pri koncentraciji 300 ppm pa je bila smrtnost že 90 %. Čeprav je slovenski vzorec izkazal najnižje insekticidno delovanje, je pri koncentraciji 300 ppm presegel 60 % smrtnost hroščkov, pri najvišji koncentraciji 900 ppm pa je dosegel odlično smrtnost, in sicer nad 95 %.

4 Sklepi

Na podlagi rezultatov laboratorijskega poskusa lahko povzamemo naslednja dejstva:

- najboljše delovanje slovenskega vzorca diatomejske zemlje smo ugotovili pri temperaturah 20 in 30°C ter pri 75 % vlagi,
- delovanje vseh treh vzorcev diatomejske zemlje je bilo najboljše pri 30°C in 75 % vlagi,
- najslabše delovanje diatomejske zemlje je bilo pri 25°C in 55 % vlagi,
- pri najvišji koncentraciji (900 ppm) slovenske diatomejske zemlje je bila smrtnost pri vseh temperaturah in obeh vrednostih zračne vlage višja od 85 %, zato bi se lahko ta

upravičeno uporabljala kot alternativna metoda varovanja semenskega žita pred riževim žužkom in drugimi škodljivimi hrošči v skladiščih.



Slika 6: Odstotek smrtnosti odraslih osebkov riževega žužka (*Sitophilus oryzae*) pri slovenskem, grškem in srbskem vzorcu, pri 30 °C in 75 % relativni zračni vlagi po 7, 14 in 21-ih dneh po tretiranju. Velike črke nad stolpci predstavljajo statistično značilne razlike znotraj enega vzorca, ene koncentracije in dneva po tretiranju, male črke pa statistično značilne razlike med vzorci pri posamezni koncentraciji in dnevu.

5 Zahvala

Raziskava je potekala v okviru mednarodnega raziskovalnega/mrežnega projekta SEE-ERA.NET ID9902 (2007 – 2008) z naslovom Development of a non-toxic, ecologically compatible, natural-resource based insecticide from diatomaceous earth deposits of South Eastern Europe to control stored-product insect pests. Stroški raziskave, katerih rezultati so predstavljeni v tem prispevku, so bili delno kriti s projekta L4-1013.

6 Literatura

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. *Journal of Economic Entomology*, 18: 265-267
- Arthur, F. H. 1996. Grain protectants: current status and prospects for the future. *Journal of Stored Products Research*, 32: 293–302
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos, N. G., Economou, L. P., Dimizas, C. B., Vayias, B. J., Tomanović, S., Milutinović, M. 2005a. Persistence and efficacy of three diatomaceous earth formulations against *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae) on wheat and barley. *Journal of Economic Entomology*, 98: 1404-1412
- Athanassiou, C. G., Vayias B. J., Dimizas, C. B., Kavallieratos, N. G., Papagregoriou A.S., Buchelos C.Th. 2005b. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) and *Tribolium confusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored wheat:

- influence of dose rate, temperature and exposure interval. *Journal of Stored Products Research*, 41: 47–55
- Athanassiou, C. G., Kavallieratos N. G., Tsakiri J. B., Xyrafidis, S. N., Vayias, B. J. 2006. Effect of temperature and humidity on insecticidal effect of SilicoSec against *Ephestia kuehniella* (Lepidoptera: Pyralidae) Larvae. *Journal of Economic Entomology*, 99: 1520-1524
- Golob, P. 1997. Current status and future perspectives for inert dusts for control of stored product insects. *Journal of Stored Products Research* 33, 69–79
- Hauptman, J., Jazbec, N., Jurič, N., Leskovar, T., Rabenzki, S., Sachsenmaier, H., Fuhrmann, E. Umwelt-baut-Brücken. Projekt der Schulen aus Heubach/Deutschland und Ptuj/Slowenien. (12.3.2006), <http://schulwebs1.dasan.de/gimptuj/ht06sl.htm> (30.8.2008)
- Horvat, A., Mišič, M. 2004. Mineralogy and sedimentology of diatomaceous sediments of Slovenia. *RMZ – Materials and Geoenvironment*, 51: 2145-2161
- Korunić, Z. 1998. Diatomaceous earths, a group of natural insecticides. *Journal of Stored Products Research* 34: 87–97
- Milevoj, L. 2007. *Kmetijska entomologija (splošni del)*. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 182 s.
- Stathers, T. E., Denniff, M., Golob, P. 2004. The efficacy and persistence of diatomaceous earth admixed with commodity against four tropical stored product beetle pests. *Journal of Stored Products Research* 40: 113-123
- Subramanyam, Bh., Roesli, R. 2000. Inert dusts. V: Subramanyam, Bh., Hagstrum, D.W. (Eds.), *Alternatives to Pesticides in Stored-Product IPM*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht: 321–380

Naravna odpornost zelja na napad kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp., Coleoptera, Chrysomelidae)

Stanislav TRDAN⁸⁷, Nevenka VALIČ⁸⁸, Irena VOVK⁸⁹, Mitja MARTELANC⁹⁰, Breda SIMONOVSKA⁹¹, Rajko VIDRIH⁹², Dragan ŽNIDARČIČ⁹³

Izvleček

V prispevku so predstavljeni preliminarni rezultati škodljivosti odraslih osebkov kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) na 20 genotipih zelja in vpliv 11 sestavin zeljnih listov (epikutikularni vosek, α -amirin, β -amirin, lupeol, saharoza, glukoza, fruktoza, vitamin C, palmitinska kislina, stearinska kislina in arahidinska kislina) na naravno odpornost zelja na napad omenjenih škodljivcev. V poljski poskus v obdobju 2006-2008 je bilo vključenih 9 zgodnjih, 5 srednje zgodnjih in 6 srednje poznih genotipov (glede na dolžino rastne dobe), 3 rdeči in 17 belih genotipov (glede na barvo), 14 hibridov in 6 sort (glede na poreklo). V vseh letih smo med genotipi ugotovili signifikantne razlike v povprečnem indeksu poškodb zaradi napada kapusovih bolhačev na listih. Za sedem od osmih umetno ustvarjenih skupin genotipov smo ugotovili negativno korelacijo med indeksom poškodb na listih in vsebnostjo epikutikularnega voska na listih ter pozitivno korelacijo med indeksom poškodb na listih in vsebnostjo arahidinske kisline v listih.

Ključne besede: naravna odpornost, zelje, kapusovi bolhači, *Phyllotreta* spp., poškodbe, korelacije

Natural resistance of cabbage against flea beetles (*Phyllotreta* spp., Coleoptera, Chrysomelidae) attack

Abstract

Preliminary results on harmfulness of flea beetles (*Phyllotreta* spp.) adults on 20 cabbage genotypes and effect of 11 compounds of cabbage leaves (epicuticular wax, α -amyrin, β -amyrin, lupeol, sucrose, glucose, fructose, C vitamin, palmitic acid, stearin acid, and arachidic acid) on natural resistance of cabbage against the pest in question are presented. In a field experiment (2006-2008) the following genotypes were included: 9 early, 5 mid-early, 6 mid-late (regarding the longevity of growing period), 3 red, 17 white (regarding the colour), 14 hybrids and 6 varieties (regarding genetic origin). Among genotypes studied in all years significant differences were determined between mean index of damage caused by feeding of the beetles on the leaves. For seven of eight artificially created groups of genotypes negative correlation was confirmed between indexes of damage on the leaves and epicuticular wax content in the leaves, while between indexes of damage on the leaves and the content of arachidic acid in the leaves positive correlation was found.

Key words: natural resistance, cabbage, flea beetles, *Phyllotreta* spp., damage, correlations

1 Uvod

Zelje je v Sloveniji pomembna vrtnina, saj se je z njegovo pridelavo leta 2006 na približno 400 ha (33 % vseh površin pod vrtninami) ukvarjalo okrog 500 pridelovalcev. Omenjena

⁸⁷ Doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: stanislav.trdan@bf.uni-lj.si

⁸⁸ Univ. dipl. inž. agr., prav tam

⁸⁹ Dr., Kemijski inštitut, Laboratorij za prehrambeno kemijo, Hajdrihova 19, SI-1001 Ljubljana

⁹⁰ Univ. dipl. inž. kem., prav tam

⁹¹ Dr., prav tam

⁹² Doc. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

⁹³ Mag., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

vrtnina spada med tiste, ki jih napada relativno veliko različnih škodljivcev. Številčno in tudi po gospodarskem pomenu so najpomembnejša skupina žuželke, med katerimi se občasno ali redno pojavljajo kapusov belin (*Pieris brassicae* [L.]), kapusova muha (*Delia radicum* L.), kapusova hrčica (*Contarinia nasturtii* [Kieffer]), kapusov molj (*Plutella xylostella* [L.]), kapusova sovka (*Mamestra brassicae* [L.]), kapusove stenice (*Eurydema* spp.), tobakov resar (*Thrips tabaci* Lindeman), kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.), pa tudi nekatere druge vrste.

Število insekticidov za zatiranje škodljivih žuželk se postopoma zmanjšuje. V tehnoloških navodilih za integrirano pridelavo zelenjave v Sloveniji v letu 2008 (RS MKGP, 2008) tako za zatiranje nekaterih škodljivcev sploh ni več na voljo kemičnih pripravkov. Pomanjkanje znanja o alternativnih načinih zmanjševanja škodljivosti omenjenih organizmov lahko velikokrat pripelje do zmanjšanja gospodarnosti pridelave živeža. S tem namenom na Katedri za entomologijo in fitopatologijo od začetka novega tisočletja preučujemo okoljsko sprejemljive načine zmanjševanja gospodarskega pomena škodljivcev, zlasti na zelju in čebuli.

Tako smo na primer ugotovili, da z izbiro ustreznega kultivarja zelja lahko vplivamo na manjšo škodljivost tobakovega resarja na tej vrtnini (Trdan in sod., 2005a), da lahko z večkratno aplikacijo naravnih insekticidnih pripravkov pri zatiranju kapusovih stenic dosežemo podoben učinek kot z manjkratno aplikacijo sintetičnih insekticidov (Trdan in sod., 2006a), preučevali smo učinkovitost vmesnih rastlin (Trdan in sod., 2006b) in svetlo modrih lepljivih plošč (Trdan in sod., 2005b) pri zmanjševanju škodljivosti tobakovega resarja na čebuli ter smotrnost uporabe kitajskega kapusa za privabljanje kapusovih bolhačev, z namenom odvrnitve od zelja (Trdan in sod., 2005c).

Nadgradnjo omenjenih (aplikativnih) raziskav predstavljajo naše temeljne raziskave naravne odpornosti zelja, katerih začetki segajo v leto 2003, ko smo potrdili negativno korelacijo med vsebnostjo epikutikularnega voska na listih zelja in obsegom poškodb zaradi sesanja ličink in odraslih osebkov tobakovega resarja na njih (Trdan in sod., 2004). V nedavno zaključenem triletnem projektu (2006-2008) smo želeli določiti tudi povezave med vsebnostjo drugih sestavin listov zelja in obsegom poškodb zaradi hranjenja tobakovega resarja, kapusovih stenic, kapusove sovke in kapusovih bolhačev na njih.

V integriranem načinu pridelave kapusnic za zatiranje kapusovih bolhačev ni na voljo insekticidov. Izbira ustreznih kultivarjev, s poudarkom na njihovi kemični sestavi, je zato pomemben biotični dejavnik odpornosti rastlinske vrste na izbranega škodljivca (Ciepiela in sod., 1999). V delu raziskave, ki ga obravnava pričujoči prispevek, smo želeli ugotoviti vpliv izbire kultivarjev zelja na škodljivost kapusovih bolhačev. Delovna hipoteza raziskave je bila, da različne sestavine v/na listih zelja različno vplivajo na škodljivost preučevanih hroščev na tej vrtnini in v tej zvezi določajo odpornost ali občutljivost kultivarjev na kapusove bolhače.

2 Material in metode dela

2.1 Poljski poskus

Poljski poskus, katerega rezultati so predstavljeni v tem prispevku, je potekal v obdobju 2006-2008 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Sadike zelja smo vzgojili v steklenjaku na omenjenem polju. Substrat za vzgojo sadik je bil mešanica šote in vermikulita (1:1). Sadike smo zalivali vsak dan, dognojevali pa smo jih tedensko s tekočim gnojilom 'Peters' (0.75 g N, 0.55 g P₂O₅, 1.45 g K₂O/l).

Poskusne parcele (20) so bile naključno razporejene (in enkrat ponovljene) v vsakem od treh blokov. Vsak blok sta predstavljali dve gredici (širina 1,1 m,

višina 15 cm), vse gredice pa so bile prekrите s črnim polietilenom (15 µm). Gredice so bile dolge 30 m, v vsaki od njih pa so bile sadike posajene v treh vrstah. Vse parcele so bile dolge 3 m, na posamezni parceli pa so bile posajene sadike istega genotipa. V poskus smo vključili 20 genotipov zelja iz treh skupin (zgodnji [Z], srednje zgodnji [SZ] in srednje pozni [SP]), ki so bile oblikovane glede na dolžino rastne dobe zelja (Z – od 55 do 70 dni, SZ – od 80 do 90 dni in SP – od 110 do 140 dni). Med omenjenimi genotipi je bilo 14 hibridov ('R1-Cross F1', 'Hinova F1' [oba SP], 'Pandion F1', 'Sunta F1', 'Delphi F1', 'Tucana F1', 'Ixxion F1', 'Autumn queen F1', 'Destiny F1', 'Green rich F1' [vsi Z], 'Red dynasty F1', 'Cheers F1', 'Fieldforce F1', 'Vestri F1' [vsi SZ]) in 6 sort ('Futoško' [SZ], 'Kranjsko okroglo', 'Ljubljansko', 'Holandsko rdeče', 'Varaždinsko' [vsi SP], 'Erfurtsko rdeče' [Z]).

V obeh letih smo sedem tednov stare sadike ročno presadili na prosto v zadnji dekadi aprila. Razdalja med sadikami v vrsti je bila 0,4 m, medvrstna razdalja pa je bila 0,3 m. V poskusu nismo uporabili insekticidov, vsi ostali postopki pa so bili standardni za pridelavo zelja v osrednji Sloveniji. Več podatkov o agrotehničnih ukrepih v pričujočem in sorodnih poskusih podajajo Trdan in sod. (2007).

V prvem letu poskusa smo prvo ocenjevanje poškodb zaradi hranjenja odraslih osebkov kapusovih bolhačev izvedli 26. maja, drugo ocenjevanje pa 15. junija. V drugem letu poskusa smo ocenjevanje poškodb zaradi bolhačev opravili 10. maja, v tretjem letu pa 26. maja. Za ocenjevanje omenjenih poškodb smo uporabili 5-stopenjsko lestvico EPPO (OEPP/EPPO, 2002): (1) brez poškodb, (2) ≤ 2 % poškodovane listne površine, (3) 2-10 % poškodovane listne površine, (4) 11-25 % poškodovane listne površine, (5) > 25 % poškodovane listne površine. Pri prvem ocenjevanju (v vseh treh letih) smo poškodbe kapusovih bolhačev ocenjevali na celi rastlini, pri drugem ocenjevanju (samo v prvem letu) pa na na zunanjih listih (vehah); obakrat na petih rastlinah na vsaki parceli.

2.2 Laboratorijski poskus

2.2.1 Ekstrakcija epikutikularnega voska, sestavin epikutikularnega voska in drugih sestavin listov zelja

Ta del poskusa je potekal je v prvem letu raziskave. Liste zelja za ekstrakcijo epikutikularnega voska smo začeli nabirati 20. junija 2006. Najprej smo vzorčili liste zgodnejših genotipov, nato srednje zgodnjih ter na koncu srednje poznih genotipov. Od vsakega genotipa smo v vsakem bloku nabrali 15 listov, in sicer iz osrednjega dela rozete. V laboratoriju smo položili liste za nekaj ur na časopisni papir, da so izgubili turgor. Vsakega od 45 listov posameznega genotipa smo fotografirali z digitalno kamero Canon EOS 350D. Nato smo liste stehali. Fotografije zeljnih listov smo analizirali s programom ImageAnalyzer. Z njim smo določili površino vsakega lista; ta podatek smo potrebovali za izračun mase epikutikularnega voska na enoto površine lista. Ekstrakcijo epikutikularnega voska, ki je bila izvedena v entomološkem laboratoriju Katedre za entomologijo

in fitopatologijo Biotehniške fakultete in ekstrakcijo lupeola, α - in β -amirina (sestavin epikutikularnega voska), ki je bila opravljena v Laboratoriju za prehrabeno kemijo Kemijskega inštituta podrobno opisujejo Trdan in sod. (2008).

Pred ekstrakcijo drugih sestavin listov zelja smo zrele glave prek noči skladiščili pri 10-15 °C, naslednji dan pa smo jih analizirali v Laboratoriju za tehnologijo rastlinskih živil Biotehniške fakultete. Analizirali smo po dve glavi iz vsake parcele.

Vsebnost vitamina C je bila določena kot skupna masa askorbinske in dehidroaskorbinske kisline (metoda Zapata in Dufor [1992], modificirana po Gil in sod. [1999]). Ekstrakcija skupnih lipidov je bila izvedena z metodo Hara in Radin (1978), za določitev vsebnosti maščobnih kislin pa smo uporabili metodo Garcés in Mancha, 1993. Vodotopni ogljikovi hidrati so bili iz zeljnih glav ekstrahirani po metodi Nii (1997). Tudi ekstrakcijo omenjenih sestavin podrobno opisujejo Trdan in sod. (2008).

2.2.2 Statistična analiza

Vrednosti povprečnih indeksov poškodb na listih zelja smo ovrednotili z analizo variance, za ugotavljanje statistično značilnih razlik med povprečji pa smo uporabili Student-Newman-Keulsov preizkus mnogoterih primerjav ($P \leq 0.05$). Korelacije med indeksi poškodb na listih in maso posameznih sestavin listov smo izračunali z linearno regresijsko analizo ($y=kx+n$). Pred izračunom korelacij (r ali Pearsonov koeficient korelacije) smo preučevane genotipe zelja razvrstili v 8 umetno ustvarjenih skupin: 1) vseh 20 genotipov, 2) 9 zgodnjih genotipov, 3) 5 srednje zgodnjih genotipov, 4) 6 srednje poznih genotipov, 5) 3 genotipi rdečega zelja, 6) 17 genotipov belega zelja, 7) 14 hibridov in 8) 6 sort. Vse statistične analize so bile narejene s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0 (Statistical Graphics Corp., Manugistics, Inc., Maryland). V preglednici 1 predstavljeni rezultati so netransformirana povprečja $\pm$ SE.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 Poljski poskus

V vseh letih raziskave je imel genotip signifikanten vpliv (vselej $P < 0,0001$) na obseg poškodb zaradi napada odraslih osebkov kapusovih bolhačev na listih zelja. Pri prvem ocenjevanju poškodb v letu 2006 smo signifikantno najmanjši povprečni indeks poškodb ugotovili pri treh rdečih genotipih (sortah 'Erfurtsko rdeče' in 'Holandsko rdeče' [= 'Holandsko pozno'] ter hibridu 'Red dynasty') in treh belih hibridih ('Fieldforce', 'Hinova' in 'Vestri') (preglednica 1). Povprečne vrednosti indeksov omenjenih genotipov so se gibale od $2,10 \pm 0,05$ do $2,28 \pm 0,07$. Pri istem ocenjevanju so bili signifikantno najbolj poškodovani hibridi 'Ixxion', 'Delphi', 'Tucana', 'Pandion' in 'Cheers' ter sorta 'Ljubljansko'; povprečne vrednosti indeksov poškodb so se pri njih gibale od $2,56 \pm 0,07$ do $2,82 \pm 0,08$. V drugem letu raziskave smo pri edinem ocenjevanju obsega poškodb na zelju signifikantno najmanjše indekse poškodb ugotovili pri treh rdečih genotipih in

sorti 'Kranjsko okroglo' (povprečne vrednosti od $1,33 \pm 0,16$ do $1,67 \pm 0,16$), čeprav signifikantnih razlik nismo dokazali še pri 11 drugih genotipih. Pri istem ocenjevanju so bili signifikantno najbolj poškodovani hibridi 'Vestri', 'Delphi', 'Tucana', 'Pandion' in sorta 'Ljubljansko', povprečne vrednosti indeksov poškodb pa so se pri njih gibale od $2,27 \pm 0,18$ do $2,60 \pm 0,19$. Signifikantnih razlik v obsegu napada z omenjenimi genotipi ni pokazalo še 11 drugih genotipov. V zadnjem letu raziskave je bilo signifikantno najmanj poškodovanih kar 12 genotipov, kot najbolj tolerantni pa sta izstopala hibrida 'Hinova' in 'Vestri' ter sorte 'Futoško', 'Holandsko pozno' in 'Erfurtsko rdeče', katerih povprečni indeksi poškodb so se gibali od $1,33 \pm 0,13$ do $1,87 \pm 0,22$. Tudi med občutljive bi lahko uvrstili kar 15 genotipov, ki med seboj niso kazali signifikantnih razlik, a so med njimi po največjem obsegu poškodb na listih izstopali beli hibridi 'Fieldforce', 'R1-Cross', 'Cheers' in 'Ixxion'. Povprečne vrednosti njihovih indeksov so znašale od $2,87 \pm 0,26$ do $3,00 \pm 0,35$.

Preglednica 1: Povprečni indeksi poškodb zaradi hranjenja odraslih osebkov kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) na listih 20 genotipov zelja v obdobju 2006-2008. Poljski poskus, v katerem so bili pridobljeni podatki v preglednici, je bil izveden na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani.

Genotip	Povprečni indeks poškodb ($\pm$ SE)			
	2006		2007	2008
	1. ocena	2. ocena	Ocena	
Autumn queen F1	$2,48 \pm 0,07$ def	$2,85 \pm 0,06$ de	$2,00 \pm 0,22$ abcd	$2,00 \pm 0,26$ ab
Cheers F1	$2,56 \pm 0,07$ efg	$2,81 \pm 0,07$ de	$2,07 \pm 0,15$ abcd	$2,87 \pm 0,13$ cd
Delphi F1	$2,62 \pm 0,07$ fg	$3,05 \pm 0,08$ ef	$2,53 \pm 0,19$ d	$2,53 \pm 0,13$ bc
Destiny F1	$2,38 \pm 0,07$ bcdef	$2,67 \pm 0,08$ cd	$1,80 \pm 0,14$ abcd	$2,13 \pm 0,17$ ab
Erfurtsko rdeče	$2,14 \pm 0,08$ ab	$2,34 \pm 0,10$ ab	$1,53 \pm 0,17$ ab	$1,87 \pm 0,22$ ab
Fieldforce F1	$2,28 \pm 0,07$ abcde	$2,75 \pm 0,11$ cde	$1,93 \pm 0,18$ abcd	$3,00 \pm 0,35$ d
Futoško	-	-	$1,93 \pm 0,15$ abcd	$1,80 \pm 0,24$ ab
Green rich F1	$2,48 \pm 0,07$ def	$2,88 \pm 0,07$ de	$1,93 \pm 0,15$ abcd	$2,20 \pm 0,17$ ab
Hinova F1	$2,13 \pm 0,06$ ab	$2,80 \pm 0,09$ de	$2,13 \pm 0,17$ abcd	$1,33 \pm 0,13$ a
Holandsko rdeče	$2,10 \pm 0,05$ a	$2,45 \pm 0,09$ abc	$1,33 \pm 0,16$ a	$1,87 \pm 0,22$ ab
Ixxion F1	$2,63 \pm 0,07$ fg	$2,63 \pm 0,09$ bcd	$2,07 \pm 0,12$ abcd	$2,87 \pm 0,26$ cd
Kranjsko okroglo	$2,36 \pm 0,07$ bcdef	$2,70 \pm 0,09$ cde	$1,67 \pm 0,16$ abc	$2,27 \pm 0,18$ ab
Ljubljansko	$2,82 \pm 0,08$ fg	$3,22 \pm 0,07$ f	$2,53 \pm 0,24$ cd	$2,53 \pm 0,19$ bc
Pandion F1	$2,57 \pm 0,08$ efg	$2,85 \pm 0,05$ de	$2,27 \pm 0,18$ bcd	$2,33 \pm 0,19$ bc
R1-Cross F1	$2,42 \pm 0,07$ cdef	$2,73 \pm 0,08$ cde	$1,93 \pm 0,15$ abcd	$2,87 \pm 0,26$ cd
Red dynasty F1	$2,17 \pm 0,05$ abc	$2,27 \pm 0,09$ a	$1,33 \pm 0,13$ a	$2,07 \pm 0,30$ ab
Sunta F1	$2,43 \pm 0,08$ cdef	$2,62 \pm 0,09$ bcd	$1,80 \pm 0,24$ abcd	$2,47 \pm 0,24$ bc
Tucana F1	$2,58 \pm 0,08$ fg	$2,95 \pm 0,06$ de	$2,4 \pm 0,19$ cd	$2,20 \pm 0,26$ ab
Varaždinsko	$2,42 \pm 0,07$ cdef	$2,82 \pm 0,10$ de	$2,13 \pm 0,13$ abcd	$2,07 \pm 0,21$ ab
Vestri F1	$2,27 \pm 0,07$ abcd	$2,63 \pm 0,08$ bcd	$2,60 \pm 0,19$ d	$1,73 \pm 0,28$ ab

[illegible]

SORTE	-0,695	-0,031	-0,017	-0,067	-0,081	0,823** *	0,028	0,331	-0,079	-0,239	0,079
-------	--------	--------	--------	--------	--------	--------------	-------	-------	--------	--------	-------

LEGENDA: EV (EPIKUTIKULARNI VOSEK, $\mu\text{G}/\text{CM}^2$), A (A-AMIRIN, $\mu\text{G}/\text{CM}^2$), B (B-AMIRIN, $\mu\text{G}/\text{CM}^2$), L (LUPEOL, $\mu\text{G}/\text{CM}^2$), Σ (VSOTA AMIRINOV IN LUPEOLA, $\mu\text{G}/\text{CM}^2$), S (SAHAROZA, MG/100 G), G (GLUKOZA, MG/100 G), F (FRUKTOZA, MG/100 G), C (VITAMIN C, MG/100 G), PK (PALMITINSKA KISLINA, MG/100 G), SK (STEARINSKA KISLINA, MG/100 G), AA (ARAHIDINSKA KISLINA, MG/100 G), * STATISTIČNO ZNAČILNA POVEZAVA PRI 99 % STOPNJI ZAUPANJA, ** STATISTIČNO ZNAČILNA POVEZAVA PRI 95 % STOPNJI ZAUPANJA, *** STATISTIČNO ZNAČILNA POVEZAVA PRI 90 % STOPNJI ZAUPANJA

V vseh osmih skupinah genotipov zelja smo potrdili negativno korelacijo med vsebnostjo epikutikularnega voska na listih in povprečno stopnjo poškodb zaradi hranjenja kapusovih bolhačev na listih (preglednica 2). Na ta način smo potrdili rezultate naših predhodnih raziskav (Trdan in sod., 2004), čeprav se slednji nanašajo na tobakovega resarja. Signifikantne in visoke vrednosti korelacijskih koeficientov smo ob upoštevanju poškodb zaradi kapusovih bolhačev ugotovili pri skupinah vseh 20 genotipov, zgodnjih genotipov in hibridov zelja (v vseh primerih $r > -0,728$). Visoke (v vseh primerih $r > 0,694$) in skoraj v vseh skupinah (razen rdečih genotipov) signifikantne vrednosti korelacijskih koeficientov smo ugotovili tudi med vsebnostjo askorbinske kisline in obsegom poškodb zaradi kapusovih bolhačev. Med obsegom poškodb in vsebnostjo triterpenoidov (sestavin epikutikularnega voska) α - in β -amirina smo v sedmih skupinah zelja (razen v skupini srednje zgodnjih genotipov) ugotovili negativno korelacijo, a so se vrednosti koeficientov med skupinami precej razlikovale.

V sorodni raziskavi so obe obliki amirina našli tudi v sorti zelja z močno poveščenimi listi, ki je bila precej odporna na napad gosenic kapusovega molja. V drugi raziskavi pa istih snovi niso našli v občutljivi sorti zelja, ki je bila šibkeje poveščena (Eigenbrode in sod., 1991). Tudi v zimzelenih hibridih azalej (*Rhododendron* spp.), ki so občutljive na napad stenice *Stephanitis pyrioides* (Scott), so našli manjšo vsebnost obeh oblik amirina kot v odpornejših hibridih (Balsdon in sod., 1995).

Vpliv rastlinskih sladkorjev na škodljivost kapusovih bolhačev še ni bila preučevana, nekaj tovrstnih informacij pa je na voljo iz sveta resarjev (Thysanoptera). V eni od takšnih raziskav (Brown in sod., 2002) so v mladih listih in cvetovih različnih rastlinskih vrst, na katerih se je cvetlični resar (*Frankliniella occidentalis* [Pergande]) pojavljal v velikih številih, ugotovili visoko vsebnost ogljikovih hidratov saharoze, glukoze in fruktoze. V manj napadenih rastlinskih delih so našli manjšo vsebnost omenjenih snovi. V istem prispevku so naznanili tudi zanimiv podatek, in sicer, da vsebnost topnih beljakovin v rastlinah v večji meri vpliva na njihovo občutljivost na napad resarjev kot vsebnost ogljikovih hidratov. Morda je ravno v tem dejstvu eden od vzrokov za precej različne vrednosti korelacijskih koeficientov, ki določajo povezavo med

obsegom poškodb zaradi kapusovih bolhačev in vsebnostjo vseh treh oblik ogljikovih hidratov.

Korelacije med obsegom poškodb zaradi resarjev in vsebnostjo vitamina C v napadenih rastlinah je bila doslej preučevana na poru (**LEGUTOWSKA** and Tomczyk, 1999), rezultati naše raziskave pa kažejo na precej različne vrednosti (tudi največja r vrednost ne preseže -0,41) med umetno ustvarjenimi osmimi skupinami genotipov zelja. Tudi vsebnost maščobnih kislin v rastlinah, kot dejavnika njihove odpornosti (občutljivosti) na napad škodljivih žuželk, je bila doslej le redko preučevana. V eni od takšnih raziskav je bil ugotovljen šibek vpliv derivatov maščobnih kislin na zmanjšano hranjenje hrošča *Hylobius abietis* na boru (Borg-Karlson in sod., 2006). V naši raziskavi pa je bila ugotovljena visoka pozitivna korelacija med vsebnostjo askorbinske kisline v sedmih skupinah genotipov in obsegom poškodb na listih zelja, kar doslej še ni bilo ugotovljeno.

4 Sklepi

Na podlagi analize dela rezultatov naše raziskave naravne odpornosti zelja na izbrane škodljivce ugotavljamo, da imata od 11 preučevanih sestavin te vrtnine na kapusove bolhače največji vpliv epikutikularni vosek in arahidinska kislina. Oba parametra v tej zvezi doslej še nista bila preučevana na relaciji zelje-kapusovi bolhači, zato pomeni naša ugotovitev novost na področjih kmetijske entomologije in okoljsko sprejemljivega zatiranja škodljivcev vrtnin (poljščin). Izbira genotipa (sorte, hibrida) zelja je zato pomemben biotični dejavnik (agrotehnični ukrep) omejevanja škodljivosti kapusovih bolhačev na zelju, pričujoči prispevek pa omogoča izbiro ustreznega genotipa na dva načina; prek rezultatov triletnega poljskega poskusa (aplikativni način) ali prek rezultatov laboratorijskih poskusov (temeljni način). Pot do slednjih je nekoliko daljša in dražja, a je po našem mnenju objektivnost v laboratoriju pridobljenih rezultatov večja kot v poljskem poskusu, saj so manj podvrženi abiotičnim in biotičnim dejavnikom ter številnim interakcijam med njimi.

5 Zahvala

Rezultati, predstavljeni v tem prispevku, so bili pridobljeni z raziskovalnih delom na temeljnem projektu J7-7390, katerega je financirala Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije. Za tehnično pomoč pri poskusu se zahvaljujemo Aleksandru Bobnarju.

6 Literatura

- Balsdon, J.A., Espelie, K. E., Braman, S. K. 1995: EPICUTICULAR LIPIDS FROM AZALEA (*RHODODENDRON* SPP.) AND THEIR POTENTIAL ROLE IN HOST PLANT ACCEPTANCE BY AZALEA LACE BUG, *STEPHANITIS PYRIOIDES* (HETEROPTERA: TINGIDAE). *BIOCHEM. SYST. ECOL.* 23: 477-485.
- Borg-Karlson, A.K., Nordlander, G., Mudalige, A., Nordenhem, H., Unelius, C.R. 2006: ANTIFEEDANTS IN THE FECES OF THE PINE WEEVIL *HYLOBIUS ABIETIS*: IDENTIFICATION AND BIOLOGICAL ACTIVITY. *J. CHEM. ECOL.* 32: 943-957.

- Brown, A.S.S., Simmonds, M.S.J., Blaney, W.M. 2002: RELATIONSHIP BETWEEN NUTRITIONAL COMPOSITION OF PLANT SPECIES AND INFESTATION LEVELS OF THRIPS. *J. CHEM. ECOL.* 28, 2399-2409.
- Ciepiela, A.P., Sempruch, C., Chrzanowski, G. 1999: EVALUATION OF NATURAL RESISTANCE OF WINTER TRITICALE CULTIVARS TO GRAIN APHID USING FOOD COEFFICIENTS. *J. APPL. ENTOMOL.* 123: 491-494.
- Eigenbrode, S.D., Espelie, K.E., Shelton, A. M. 1991: BEHAVIOUR OF NEONATE DIAMONDBACK MOTH LARVAE [*PLUTELLA XYLOSTELLA* (L.)] ON LEAVES ON EXTRACTED LEAF WAXES OF RESISTANT AND SUSCEPTIBLE CABBAGES. *J. CHEM. ECOL.* 17: 1691-1704.
- OEPP/EPPO. 2002. GUIDELINES FOR THE EFFICACY EVALUATION OF INSECTICIDES. *PHYLLOTRETA* SPP. ON RAPE. *BULL. OEPP/EPPO BULL.*, 32: 361-365.
- Garcés, R., Mancha, M. 1993: One-step lipid extraction and fatty methyl esters preparation from fresh plant tissues. *Anal. Biochem.* 211: 139-143.
- Gil, M.I., Ferreres, F., Tomas-Barberan, F.A. 1999: Effect of postharvest storage and processing on the antioxidant constituent (flavonoids and vitamin C) of fresh-cut spinach. *J. Agric. Food Chem.* 47: 35-43.
- Hara, A., Radin, N.S. 1978: Lipid extraction of tissues with a low-toxicity solvent. *Anal. Biochem.* 90: 420-426.
- LEGUTOWSKA, H., Tomczyk, A. (1999): Population level of thrips in relation to chemical composition of leek leaves intercropping with clover. *PROGRESS PLANT PROT.* 39, 467-469.
- Nii, N. (1997): Changes of starch and sorbitol in leaves before and after removal of fruits from peach trees. *Ann. Bot.* 79, 139-144.
- RS MKGP (2008): Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave v letu 2008. 106 str. WWW.MKGP.GOV.SI
- Trdan, S., Žnidarčič, D., Zlatič, E., Jerman, J. (2004): Correlation between epicuticular wax content in the leaves of early white cabbage (*Brassica oleracea* L. var. *capitata*) and damage caused by *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae). *Acta Phytopathol. Entomol. Hung.* 39, 173-185.
- Trdan, S., Milevoj, L., Žežlina, I., Raspudić, E., Andus, L., Vidrih, M., Bergant, K., Valič, N., Žnidarčič, D. (2005a): Feeding damage by onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera, Thripidae), on early white cabbage grown under insecticide-free conditions. *Afr. Entomol.* 13, 85-95.
- Trdan, S., Valič, N., Žežlina, I., Bergant, K., Žnidarčič, D. (2005b). Light blue sticky boards for weight trapping of onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae), in onion crops: fact or fantasy? *Z. Pflanzenkr. Pflanzenschutz – J. Plant Dis. Prot.* 112, 173-180.
- Trdan, S., Valič, N., Žnidarčič, D., Vidrih, M., Bergant, K., Zlatič, E., Milevoj, L. (2005c): The role of Chinese cabbage as a trap crop for flea beetles (Coleoptera: Chrysomelidae) in production of white cabbage. *Sci. Hortic.* 106: 12-24.
- Trdan, S., Žnidarčič, D., Valič, N. (2006a): Field efficacy of three insecticides against cabbage stink bugs (Heteroptera: Pentatomidae) on two cultivars of white cabbage. *Int. J. Pest Manag.* 52, 79-87.
- Trdan, S., Žnidarčič, D., Valič, N., Rozman, L., Vidrih, M. (2006b): Intercropping against onion thrips, *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) in onion production: on the suitability of orchard grass, lacy phacelia, and buckwheat as alternatives for white clover. *J. Plant Dis. Prot.* 113, 24-30.
- Trdan, S., Valič, N., Žnidarčič, D. (2007): Field efficacy of deltamethrin in reducing damage caused by *Thrips tabaci* Lindeman (Thysanoptera: Thripidae) on early white cabbage. *J. Pest Sci.* 80, 217-223.
- Trdan, S., Valič, N., Andjus, Lj., Vovk, I., Martelanc, M., Simonovska, B., Jerman, J., Vidrih, R., Vidrih, M., Žnidarčič, D. (2008): Which plant compounds influence the natural resistance of

cabbage against onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman)? Acta Phytopathol. Entomol. Hung. 43, 381-391.

Zapata, S., Dufour, J.P. (1992): Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. J. Food Sci. 57, 506-511.

Praktična uporaba entomopatogenih ogorčic v Sloveniji

Žiga LAZNIK⁹⁴, Tímea TOTH⁹⁵, Tamás LAKATOS⁹⁶, Stanislav TRDAN⁹⁷

Izvleček

Entomopatogene ogorčice so biotični agensi, ki jih v tujini že dlje časa uporabljajo v varstvu rastlin. V Sloveniji smo določili zastopanost štirih vrst entomopatogenih ogorčic; *Steinernema affine* (Bovien), *S. carpocapsae* (Weiser), *S. feltiae* (Filipjev) in *S. kraussei* (Steiner). Ker so bile do nedavnega entomopatogene ogorčice v Sloveniji na seznamu t.i. tujerodnih organizmov, je bila njihova uporaba mogoča le v laboratorijskih razmerah. Vrsti *S. feltiae* in *S. carpocapsae* sta danes tudi uradno domorodni vrsti in njuna uporaba je mogoča tudi na prostem. V prispevku želimo bodočim uporabnikom omenjenih biotičnih agensov ponuditi praktične nasvete, ki so ključnega pomena, da bodo entomopatogene ogorčice učinkovita alternativa kemičnim insekticidom. Zgled učinkovite uporabe entomopatogenih ogorčic v varstvu rastlin so tudi rezultati prvega domačega poljskega poskusa, v katerem smo preučevali delovanje teh biotičnih agensov na koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) na krompirju.

Ključne besede: entomopatogene ogorčice, *Steinernema feltiae*, *Leptinotarsa decemlineata*, poljski poskus, nanos, proizvodnja, formulacija, biotično varstvo, Slovenija

Practical use of entomopathogenic nematodes in Slovenia

Abstract

It is well known that entomopathogenic nematodes have a great potential as biological control agents in plant protection worldwide. We confirmed the presence of four new species of entomopathogenic nematodes in Slovenia; *Steinernema affine* (Bovien), *S. carpocapsae* (Weiser), *S. feltiae* (Filipjev) and *S. kraussei* (Steiner). Until now the entomopathogenic nematodes were known as an exotic organisms in our country and their use was reduced only to laboratory experiments. *S. feltiae* and *S. carpocapsae* are now also officially confirmed as domestic species and their use is now possible also in field trials. With this paper we would like to give some practical advices to possible users of this biological agents, which are crucial that the use of entomopathogenic nematodes will be efficient alternative to chemicals. Good example for this is also the results of the first field experiment with entomopathogenic nematodes in Slovenia, which aim was to study the efficacy of this biological control agents against Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* [Say]) on potato.

Key words: entomopathogenic nematodes, *Steinernema feltiae*, *Leptinotarsa decemlineata*, field experiment, application, production, formulation, biological control, Slovenia

1 Uvod

Znano je, da imajo entomopatogene ogorčice (EPO), ki jih uvrščamo v družini Steinernematidae in Heterorhabditidae, velik potencial v biotičnem varstvu rastlin (Klein, 1990). Njihovo delovanje na številne škodljive žuželke je že dobro preučeno (Kaya in Gaugler, 1993; Ebssa, 2005). EPO so talni organizmi, ki živijo z bakterijami v simbiotsko-mutualističnem odnosu. Njihov pomen v biotičnem

⁹⁴ univ. dipl. inž. agr., mladi raziskovalec, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, Katedra za entomologijo in fitopatologijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: ziga.laznik@bf.uni-lj.si

⁹⁵ Ph. D student, M. Sc., Vadastag 2, H-4244 Újfehértó, Hungary

⁹⁶ Ph. D, Vadastag 2, H-4244 Újfehértó, Hungary

⁹⁷ doc. dr., Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, Katedra za entomologijo in fitopatologijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

varstvu rastlin pred škodljivimi organizmi je bil prvič odkrit v ZDA v tridesetih letih prejšnjega stoletja (Laznik in Trdan, 2008).

Uporaba EPO v biotičnem varstvu rastlin je bila do pred nekaj leti tradicionalno vezana na zatiranje talnih škodljivcev (Ishibashi in Choi, 1991). Rezultati raziskav v zadnjih dveh desetletjih pa kažejo na njihov potencial tudi pri zatiranju škodljivcev nadzemskih delov rastlin, vendar le v določenih razmerah (Hazir, 2004; Head in sod., 2004). Slabša učinkovitost EPO pri zatiranju škodljivcev nadzemskih delov rastlin je predvsem posledica neustrezne (prenizke) vlage (Lello in sod., 1996), izpostavljenosti temperaturnim ekstremom (Grewal in sod., 1994) in ultravijoličnemu sevanju (Gaugler in sod., 1992a). Ti dejavniki so namreč ključni za preživetje ogorčic (Smits, 1996). Zato ogorčice slabše delujejo na škodljivce nadzemskih delov rastlin na prostem, čeprav predhodni laboratorijski testi pokažejo precej boljšo učinkovitost (Berry, 1993).

Rezultati številnih raziskav so pokazali, da so EPO v visokih koncentracijah v povezavi z ugodnimi abiotičnimi dejavniki (visoka vlaga, optimalna temperatura) učinkoviti biotični agensi za zatiranje odraslih osebkov iz reda Coleoptera (Journey in Ostlie, 2000; Trdan in sod., 2006). Dosedanje raziskave so potrdile njihovo učinkovitost pri zatiranju odraslih osebkov japonskega hrošča (*Popillia japonica* [Newman]) (Lacey in sod., 1993; Grewal in sod., 2002; Koppenhöfer in Fuzy, 2007), koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* [LeConte]) (van der Burgt et al., 1998; Toepfer, 2005) hrošča *Typhaea stercorea* (Linnaeus) (Svendsen in Steenberg, 2000), črnega žitnega žužka (*Sitophilus granarius* [Linnaeus]) (Trdan in sod., 2006), surinamskega mokarja (*Oryzaephilus surinamensis* [Linnaeus]) (Trdan in sod., 2006), kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) (Trdan in sod., 2008) in še nekaterih drugih predstavnikov iz reda Coleoptera.

Številne druge raziskave so pokazale, da so EPO pri manjših koncentracijah mnogo bolj učinkovite pri zatiranju preimaginalnih stadijev žuželk iz reda Coleoptera (Converse in Grewal, 1998; Theunis, 1998; Ansari in sod., 2003). Podobne ugotovitve so mnogi potrdili tudi pri zatiranju žuželk iz drugih redov; Thysanoptera (Helyer in sod., 1995; Premachandra in sod., 2003a; Ebbsa, 2005), Lepidoptera (Shamseldeen in Ismail, 1997; Yakir in sod., 1998), Diptera (Hara in sod., 1993; Nielsen in Philipsen, 2004) in še nekaterih drugih. V večini zgledov je šlo za ličinke, ki pretežni del svojega razvoja preživijo v tleh in so zaradi tega mnogo bolj ustrezne za preučevanje učinkovitosti EPO, ki so talni organizmi (Gaugler, 2002).

V biotičnem varstvu rastlin se v komercialne namene uporablja omejeno število vrst ogorčic (*Steinernema feltiae*, *S. carpocapsae*, *S. riobrave*, *S. scapterisci*, *Heterorhabditis bacteriophora* in *H. megidis*, *H. marelata*, *H. zealandica*) (Gaugler, 2002).

2 Proizvodnja entomopatogenih ogorčic

Entomopatogene ogorčice lahko gojimo »in vivo« in »in vitro« (Ehlers, 2001). »In vivo« gojenje ogorčic poteka s pomočjo njihovih gostiteljev, žuželk. Gojenje na tak način je zelo zanesljivo in poceni (Grewal, 2000b). Navadno so gostitelji ogorčic ličinke voščene večče (*Galleria mellonella* [Linnaeus]). Voščena večča je namreč znana kot vrsta, ki je zelo ustrezna za gojenje različnih vrst ogorčic. »Pridelek« na eno ličinko voščene večče je od $3,5 \times 10^5$ do 4×10^5 infektivnih ličink ogorčic (Grewal, 2000b). Za tretiranje enega hektara s koncentracijo $2,5 \times 10^5$ infektivnih ličink ogorčic tako potrebujemo 25 ličink voščene večče. »Pridelek« ogorčic na način »in vivo« je lahko manjši predvsem zaradi možnosti okužb z virusi (Grewal, 2000b).

»In vitro« gojenje ogorčic poteka na trdnem ali tekočem gojišču. Trdno gojišče je že leta 1931 odkril eden od pionirjev uporabe EPO, v biotičnem zatiranju škodljivih žuželk, Rudolf Glaser. Takrat še niso poznali simbiotskih bakterij. Ogorčice so gojili na gojišču iz tankih rezin telečjega mesa, z dodatkom salicilne kisline in formaldehida za preprečitev okužb z mikrobi. Leta 1981 je Bedding razvil gojišče, ki je bilo kot prvo uspešno uporabljeno za komercialno proizvodnjo ogorčic. S to metodo so ogorčice

gojili na gojišču, sestavljenem iz zdrobljene poliuretanske gobe, prepojene z emulzijo goveje maščobe in prašičjih ledvic. Na en gram trdega gojišča so pridelali od 6×10^5 do 10×10^5 infektivnih ličink (Grewal, 2000b).

Leta 1990 je Friedman poročal o tekoči fermentacijski metodi za proizvodnjo velikega števila infektivnih ličink. Za proizvodnjo entomopatogenih ogorčic vrste *Steinernema carpocapsae* je predlagal uporabo tekočega gojišča, sestavljenega iz sojine moke, kvasa, koruznega olja in rumenjaka. »Pridelek« je bil $1,1 \times 10^5$ infektivnih ličink na ml tekočega gojišča. Danes večinoma proizvajajo EPO na tekočem gojišču, saj je takšna proizvodnja zelo poceni, pridelek pa je visok. Sestava tekočega gojišča je varovana skrivnost vsakega proizvajalca. Gojenje EPO iz rodu *Heterorhabditis* je v tekočem gojišču nestabilno (Shapiro in Gaugler, 2002).

3 Formulacija entomopatogenih ogorčic

Formulacija EPO se nanaša na pripravo sredstva, ki je sestavljeno iz aktivne snovi, to je EPO, in dodatkov. Sredstvo je namenjeno izboljšanju učinkovitosti, učinkovitejšem transportu, enostavnejši uporabi in nespremenljivosti aktivne snovi med shranjevanjem. Med dejavnike, ki omejujejo možnosti izbire formulacijskih oblik in sestavin, štejemo veliko vsebnost kisika in vlažnost, občutljivost na ekstremne temperature in obnašanje infektivnih ličink (Grewal, 1998).

Škodljive dejavnike okolja, ki omejujejo možnost izbire formulacijskih oblik, je mogoče omejiti z nekaterimi dodatki k formulaciji. Ker so škodljivi dejavniki okolja največji pri foliarni aplikaciji, so takšni dodatki v glavnem namenjeni ogorčicam, ki zatirajo škodljivce nadzemskih delov rastlin. Broadbent in Olthop (1995) priporočata dodatek glicerina za preprečitev izsuševanja, Bauer (1997) pa dodatek olja Roadspray. Največkrat so lahko dodatki fitotoksični ali negativno vplivajo na infektivne ličinke oziroma služijo kot substrat za rast gliv ali bakterij. Vsak dodatek mora biti zato preverjen na različnih vrstah rastlin in škodljivcev. Schroeder in sod. (1996) poročajo, da sredstvo za pomivanje posode poveča hitrost prehajanja ogorčic v tla (Koppenhöfer, 2000).

Infektivne ličinke so lahko shranjene v vodni suspenziji pri nizki temperaturi tudi več mesecev. Vendar pa takšen način shranjevanja in transporta ovirajo veliki stroški in težave pri ohranjanju kakovosti ogorčic. Velike potrebe po kisiku, občutljivost nekaterih vrst EPO na nizke temperature in okužbe z mikrobi, so omejujoči dejavniki, ki vplivajo na kakovost ogorčic, shranjenih v vodni suspenziji. Zaradi tega so ogorčice navadno formulirane v netekočih ali delno tekočih medijih (Grewal, 2000a).

V vodni suspenziji so infektivne ličinke lahko shranjene pri temperaturi od 4 do 15 °C, odvisno od vrste ogorčic, in sicer za obdobje od 6 do 12 mesecev za ogorčice iz rodu *Steinernema*, in od 3 do 6 mesecev za ogorčice iz rodu *Heterorhabditis*. Življenjska doba ogorčic je pri višji temperaturi krajša (Gaugler, 2002).

Danes je na trgu že veliko formulacij z ogorčicami, ki temeljijo na vlažni podlagi, kot je na primer goba in vermakulit (Grewal, 1998). Takšne formulacije morajo biti shranjene pri nižji temperaturi, da ostanejo ogorčice dlje vitalne. Za podaljšanje življenjske dobe ogorčic in povečanje odpornosti na ekstremne temperature so bile razvite formulacije, ki vplivajo na manjši metabolizem infektivnih ličink. To je mogoče doseči z zmanjšanjem aktivnosti infektivnih ličink ali z njihovim delnim izsuševanjem (Grewal, 2000b).

Trenutno je najobetavnejša formulacija EPO tista z vodotopnimi granulami, ki združuje dolgo obstojnost ogorčic brez hlajenja (6 mesecev od 4 do 25 °C oziroma 2 meseca pri 30 °C) in enostavno

uporabo. Delno izsušene infektivne ličike je potrebno po aplikaciji dobro navlažiti. Uporaba formulacij z delno izsušenimi infektivnimi ličinkami je za foliarno aplikacijo nepraktična (Koppenhöfer in Kaya, 2002).

Ogorčice, formulirane v obliki okuženih ličink voščene vešče, so bolj učinkovite pri zatiranju rastlinskih škodljivcev kot ogorčice v vodni suspenziji (Gaugler, 2002). Formulacija EPO v obliki vab je sestavljena iz infektivnih ličink, inertnega nosilca (koruzni zдроб, arašidov strok ali pšenični otrobi) in spodbujevalca hranjenja (glukoza, melasa) ali feromonov. Tak tip formulacije je posebno učinkovit za EPO vrst *Steinernema carpocapsae* in *Steinernema scapterisci*, saj ti vrsti njihove gostitelje čakata v »zasedi« in zato ne zapuščata formulacije. Formulacija, ki ogorčicam zagotavlja stik s ciljnim škodljivcem, se je v nekaterih primerih izkazala za bolj učinkovito od kemičnih pripravkov (Gaugler, 2002).

Za nanos ogorčic lahko uporabljamo opremo, ki je namenjena škropljenju s fitofarmaceutskimi sredstvi, gnojenju ali namakanju. V ta namen se uporabljajo ročne, nahrbtnne in traktorske škropilnice, pršilniki in tudi letala. Infektivne ličinke lahko prehajajo preko odprtih cevi, katerih premer znaša vsaj 100 µm. Prenesejo pritisk do 2070 kPa (Grewal, 1998).

Žuželke, ki delajo izvrtine v rastlinah, lahko zatremo tudi z neposrednim vbizgavanjem suspenzije EPO v izvrtine ali pa odprtine izvrtin zapremo z gobo, ki je prepojena z infektivnimi ličinkami (Koppenhöfer in Kaya, 2002).

EPO je priporočljivo nanašati v zgodnjih jutranjih ali poznih večernih urah oziroma v oblačnem vremenu, ko ni nevarnosti za njihovo izsušitev, negativnega vpliva ultravijoličnega sevanja ali ekstremne temperature (Koppenhöfer in Kaya, 2002). EPO večinoma uporabljamo za kurativno zatiranje, včasih pa tudi za preventivno zatiranje okoli sadik in semena. Standardna koncentracija nanosa je ena milijarda ogorčic na 0,5 ha zemljišča oziroma 20.000 ogorčic na lonček s premerom 30 cm (Lewis, 2000).

4 Alternativa kemičnim sredstvom v varstvu rastlin in prvi poljski poskus v Sloveniji

EPO veljajo za izredno varne biotične agense (Ehlers, 2001). Ker je njihovo delovanje specifično, je stopnja tveganja za okolje mnogo manjša od tiste, o kateri govorimo pri uporabi kemičnih sredstev (Ehlers, 1998). Od prve uporabe EPO za zatiranje japonskega hrošča (*Popillia japonica*) v ZDA (Glaser in Farrell, 1935) pa do danes, ni bil dokumentiran noben primer povzročitve škode na okolje zaradi delovanja teh biotičnih agensov. Uporaba ogorčic je varna za uporabnika. EPO in njihove bakterije niso škodljive za sesalce in rastline (Boemare et al., 1982; Akhurst in Smith, 2002).

Dejstvo, da biotični pripravki trenutno zastopajo le 1 % svetovnega trga v varstvu rastlin pred boleznimi, škodljivci in pleveli, je znano (Dent, 2003). Kar 80 % vseh biotičnih pripravkov temelji na aktivni snovi bakterije *Bacillus thuringiensis* (Bt). Številni analitiki so mnenja, da bi biotični pripravki lahko zamenjali kar 20 % kemičnih sredstev na trgu, vrednem 7 milijard ameriških dolarjev (Blum, 2002). Žalosti dejstvo, da so obrati, ki se ukvarjajo s proizvodnjo biotičnih pripravkov slabo opremljeni in pripravljeni za vstop na tako velik trg in pomemben trg. Še večjo težavo pa predstavlja slaba osveščenost pridelovalcev in porabnikov živeža o pomenu biotičnega varstva (Dent, 2003). Nepoznavanje širše javnosti o uporabni vrednosti EPO, kot načina biotičnega varstva rastlin, ter mnenje o slabi učinkovitosti takšnih pripravkov, v primerjavi s kemičnimi sredstvi, je ključnega pomena za tako omejeno uporabo naravi prijaznih organizmov v varstvu rastlin.

EPO so učinkoviti agensi za zatiranje škodljivcev (Klein, 1990), vendar je njihovo delovanje manj učinkovito od kemičnih pripravkov. Učinkovitost ogorčic v laboratorijih seveda ni primerljiva z učinkovitostjo na prostem, kjer razmere niso optimalne. Nekatere raziskave pa so pokazale, da je ob ustreznem nanosu EPO stopnja umrljivosti ciljnih organizmov (škodljivcev) večja kot pri uporabi kemičnih sredstev (Schroer et al., 2005).

V Sloveniji smo prvi poljski poskus z EPO zasnovali v juniju 2008 na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete v Ljubljani. Preučevali smo učinkovitost domače rase *Steinernema feltiae* B30 (Laznik et al., 2008) za zatiranje vseh nadzemskih stadijev koloradskega hrošča (*Leptinotarsa decemlineata*). Učinkovitost domače rase je bila v obeh preizkušanih koncentracijah (125.000 infektivnih ličink/m² in 250.000 infektivnih ličink/m²) primerljiva s komercialnim pripravkom Entonem (proizvajalec: nizozemsko podjetje Koppert). Na parcelah, škropljenih z obema biopripravkoma, je bil pridelek krompirja signifikantno večji kot na neškropljenih parcelah; podatek, da je bil pridelek krompirja signifikantno največji na parcelah, škropljenih z insekticidom Actara 25 WG, pa pomeni, da nas v zvezi z optimizacijo zatiranja koloradskega hrošča z entomopatogenimi ogorčicami čaka še precej dela. Z znanjem o delovanju in učinkovitosti entomopatogenih ogorčic, ki smo ga pridobili v zadnjih štirih letih, pa smo prepričani tudi v uspeh pri implementaciji uporabe EPO v sisteme pridelave živeža v Sloveniji.

5 Zahvala

Razultati, predstavljeni v tem prispevku, so bili pridobljeni z raziskovalnim delom na programu Hortikultura P4-0013 in projektu V4-0524 v okviru CRP Konkurenčnost Slovenije 2006-2013.

6 Literatura

- Akhurst, R., Smith, K. 2002. Regulation and safety. In: R. Gaugler (ed.), Entomopathogenic Nematology. CABI Publishing, Oxon, UK. pp.311-332
- Ansari, M.A., Tirry, L., Moens, M. 2003. Entomopathogenic nematodes and their symbiotic bacteria for the biological control of *Hoplia philanthus* (Coleoptera: Scarabaeidae). Biological Control, 28: 111-117
- Bauer, M.E., Kaya, H.K., Gaugler, R., Tabashnik, B. 1997. Effects of adjuvants on entomopathogenic nematode persistence and efficacy against *Plutella xylostella*. Biocontrol Science and Technology, 7: 513-525
- Berry, E. C.; Lewis, L. C. 1993. "Interactions between nematodes and earthworms: Enhanced dispersal of *Steinernema carpocapsae*". Journal of Nematology, 25(2): 189-192
- Blum, B. 2002. Blocked opportunities for bio-control. Pesticide News 57, September 2002
- Boemare, N.E., Laumond, C., Luciani, J. 1982. Mise en evidence d'une toxicogenese provoquee par le nematode entomophage *Neoplectana carpocapsae* Weiser chez l'insecte *Galleria mellonella* L. Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris, Ser. III. 295, 543-546
- Broadbent, A.B., Olthof, Th.H.A. 1995. Foliar application of *Steinernema carpocapsae* (Rhabditida: Steinernematidae) to control *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae) larvae in chrysanthemums. Environmental Entomology, 24: 431-435
- Converse, V., Grewal, P.S. 1998. Virulence of entomopathogenic nematodes to the western masked chafer *Cyclocephala hirta* (Coleoptera: Scarabaeidae). Journal of Economic Entomology, 91: 428-432
- Dent, D. 2003. Can biological control replace chemicals? Edited presentation to the Pesticide Challenge conference.
- Ebssa, L. 2005. Efficacy of entomopathogenic nematodes for the control of the western flower thrips *Frankliniella occidentalis*, Ph.D. Thesis, Hannover University: 141 str.
- Ehlers, R.-U. 1998. Entomopathogenic nematodes – Save biocontrol agents for sustainable systems. Phytoprotection, 79: 94-102
- Ehlers, R.-U. 2001. Mass production of entomopathogenic nematodes for plant protection. Applied Microbiology and Biotechnology. 56: 523-633
- Gaugler R. 2002. Entomopathogenic Nematology. New Jersey, CABI Publishing: 372 p.

- Gaugler, R., Bednarek, A., Campbell, J.F. 1992a. Ultraviolet inactivation of heterorhabditids and steinernematids. *Journal of Invertebrate Pathology*, 59: 155-160
- Glaser, R.W., Farrell, C.C. 1935. Field experiments with the Japanese beetle and its nematode parasite. *Journal of New York Entomological Society* 43: 345
- Grewal P.S. 1998. Formulation of entomopathogenic nematodes for storage and application. *Japanese Journal of Nematology*, 28: 68-74
- Grewal P.S. 2000a. Enhanced ambient storage stability of an entomopathogenic nematode through anhydrobiosis. *Pest Management Science*, 56: 401-406
- Grewal P.S. 2000b. Anhydrobiotic potential and long-term storage of entomopathogenic nematodes (Rhabditida: Steinernematidae). *International Journal for Parasitology*, 30: 995-1000
- Grewal, P.S. Selvan S., Gaugler R. 1994. Thermal adaptation of entomopathogenic nematodes: niche breadth for infection, establishment, and reproduction. *Journal of Thermal Biology*, 19: 245-253
- Grewal, P.S., Grewal, S.K., Malik, V.S., Klein, M.G. 2002. Differences in susceptibility of introduced and native white grub species to entomopathogenic nematodes from various geographic localities. *Biological Control*, 24: 230-237
- Hara, A.H., Kaya, H.K., Gaugler, R., Lebeck, L.M., Mello, C.L. 1993. Entomopathogenic nematodes for biological control of the leafminer, *Liriomyza trifolii* (Diptera: Agromyzidae), *BioControl*, 38: 359-369
- Hazir, S., Kaya, H.K., Stock, S.P., Keskin, N. 2004. Entomopathogenic nematodes (Steinernematidae and Heterorhabditidae) for biological control of soil pests. *Turkish Journal of Biology*, 27: 181-202
- Head, J., Lawrence, A.J., Walters, K.F.A. 2004. Efficacy of the entomopathogenic nematode, *Steinernema feltiae*, against *Bemisia tabaci* in relation to plant species. *Journal of Applied Entomology*, 128: 543-547
- Helyer, N.L., Brobyn, P.J., Richardson, P.N., Edmonson, R.N. 1995. Control of western flower thrips (*Frankliniella occidentalis* Pergande) pupae in compost. *Annals of Applied Biology*, 127: 405-412
- Ishibashi, N., Choi, D.-R. 1991. Biological control of soil pests by mixed application of entomopathogenic and fungivorous nematodes. *Journal of Nematology*, 23(2): 175-181
- Journey, A.M., Ostlie, K.R. 2000. Biological Control of Western Corn Rootworm (Coleoptera: Crysomelidae) Using the Entomopathogenic Nematode, *Steinernema carpocapsae*. *Biological Control*, 29: 822-831
- Kaya, H. K., Gaugler, R. 1993. Entomopathogenic nematodes. *Annual Review of Entomology*, 38: 181-206
- Klein, M. G. 1990. Efficacy against soil-inhabiting insect pests. Entomopathogenic Nematodes in Biological Control (R. Gaugler and H.K. Kaya eds.). CRC Press, Boca Raton, FL, pp. 195-214
- Koppenhöfer A.M. 2000. Nematodes. V: Field manual of techniques in invertebrate pathology. Kaya H.K. (ed.). The Netherlands, Kluwer Academic Publishers: 283-301
- Koppenhöfer, A.M., Fuzy, E.M. 2007. Soil moisture effects on infectivity and persistence of the entomopathogenic nematodes *Steinernema scarabaei*, *S. glaseri*, *Heterorhabditis zealandica*, and *H. bacteriophora*. *Applied Soil Ecology*, 35: 128-139
- Koppenhöfer, A.M., Kaya, H.K. 2002. Entomopathogenic nematodes and insect pest management. *Microbial-biopesticides*, 15: 277-305
- Lacey, L., Bettencourt, A., Garrett, F., Simoes, N., Gaugler, R.. 1993. Factors influencing parasitism of adult Japanese beetles by entomopathogenic nematodes. *Entomophaga*, 38: 501-509

- Laznik, Ž., Tóth, T., Lakatos, T., Trdan, S. 2008. Entomopathogenic nematode *Steinernema feltiae* (Filipjev) (Rhabditida: Steinernematidae) recorded for the first time in Slovenia. *Acta agriculturae Slovenica*, 91: 37-55
- Laznik, Ž., Trdan, S. 2008. Entomopatogene ogorčice, naravni sovražniki nadzemskih škodljivcev kapusnic. *Acta Agriculturae Slovenica* 91: 227-237
- Lello, E.R., Patel, M.N., Mathews, G.A., Wright, D.J. 1996. Application technology for entomopathogenic nematodes against foliar pests. *Crop Protection* 15: 567-574
- Lewis E.E. 2000. Biology, selection, handling and application of entomopathogenic nematodes. V: *Proceedings of Beneficial nematode workshop*. Gothro P. (ed.). Oregon: 7-10
- Nielsen, O., Philipsen, H. 2004. Occurrence of *Steinernema* species in cabbage fields and the effect of inoculated *S. feltiae* on *Delia radicum* and its parasitoids. *Agricultural and Forest Entomology*, 6: 25-30
- Premachandra, W. T. S. D., Borgemeister, C., Berndt, O., Ehlers, R.-U., Poehling, H.-M., 2003a. Laboratory bioassays of virulence of entomopathogenic nematodes against soil-inhabiting *Frankliniella occidentalis* Pergande (Thysanoptera: Thripidae). *Nematology*, 5: 539-547
- Schroeder, P.C., Ferguson, C.C., Shelton, A. M., Wilsey, W. T., Hoffmann, M. P., Petzoldt, C. 1996. Greenhouse and field evaluations of entomopathogenic nematodes (Nematoda: Heterorhabditidae and Steinernematidae) for control of cabbage maggot (Diptera: Anthomyiidae) on cabbage. *Journal of Economic Entomology*, 89: 1109-1115
- Schroer, S., Sulistyanto, D., Ehlers, R.U. 2005. Control of *Plutella xylostella* using polymer-formulated *Steinernema carpocapsae* and *Bacillus thuringiensis* in cabbage fields. *Journal of Applied Nematology*, 129 (4): 198-204
- Shamseldean, M.M.M., Ismail, A.A. 1997. Effect of the nematode *Heterorhabditis bacteriophora* and the bacterium *Bacillus thuringiensis* as integrated biocontrol agents of the black cutworm. *Journal of Pest Science*, 70: 77-79
- Shapiro I., Gaugler R. 2002. Production technology for entomopathogenic nematodes and their bacterial symbionts. *Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology*, 28: 137-146
- Smits, P.S. 1996. Post-application persistence of entomopathogenic nematodes. *Biocontrol Science and Technology*, 6: 379-387
- Svendsen, T.S., Steenberg, T. 2000. The potential use of entomopathogenic nematodes against *Typhaea stercorea*. *Biocontrol*, 45: 97-111
- Theunis, W. 1998. Susceptibility of the taro beetle, *Papuana uninodis*, to entomopathogenic nematodes. *International Journal of Pest Management*, 44: 139-143
- Toepfer, S., Gueldenzoph, C., Ehlers, R.-U., Kuhlmann, U. 2005. Screening of entomopathogenic nematodes for virulence against the invasive western corn rootworm, *Diabrotica virgifera virgifera* (Coleoptera: Chrysomelidae) in Europe. *Bulletin of Entomological Research*, 95: 473-482
- Trdan S., Vidrih M., Valič N., Laznik Ž. 2008. Impact of entomopathogenic nematodes on adults of *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) under laboratory conditions. *Acta Agriculturae Scandinavica: Section B, Soil and Plant Science*, 58: 169-175
- Trdan, S., Vidrih M., Valič N. 2006. Activity of four entomopathogenic nematode species against young adults of *Sitophilus granarius* (Coleoptera: Curculionidae) and *Oryzaephilus surinamensis* (Coleoptera: Silvanidae) under laboratory conditions. *Journal of Plant Diseases and Protection*, 113: 168-173
- van der Burgt, W.A.C.M., Budai, C., Fodor, A., Lucskai, A. 1998. Parasitism of western corn rootworm adults by *Steinernema* spp. and *Heterorhabditis* spp. *Proceedings of the Society of Experimental Applied Entomology*, 9: 165-170

Yakir-Ben, D., Efron, D., Chen, M., Glazer, I. 1998. Evaluation of Entomopathogenic Nematodes for Biocontrol of the European Corn Borer, *Ostrinia nubilalis*, on Sweet Corn in Israel. *Phytoparasitica*, 26: 1-8

Zatiranje plevelov v oljnih bučah (*Cucurbita pepo* L.)

Draga ZADRAVEC⁹⁸, Andrej JAMŠEK⁹⁹, Jože MIKLAVC¹⁰⁰, Miro MEŠL¹, Boštjan MATKO¹, Andrej VRABIČ⁴, Martina PLOJ²

Izvleček

Na številnih površinah, posejanih z oljnimi bučami (*Cucurbita pepo* L.), se že dalj časa srečujemo s problemom zapleveljenosti. Pri tem velja omeniti majhno tekmovalno sposobnost oljnih buč ter pokritost tal, ki je v začetnih razvojnih fazah pri oljnih bučah zelo majhna. To omogoči, da se plevelna flora hitro razvije, saj ima na voljo dovolj praznega prostora in svetlobe. Zatiranje plevelov je še dodatno oteženo saj je pri nas registriranih le malo število herbicidov. Trenutno so registrirani in v uporabi pripravki na podlagi aktivne snovi napropamid (Devrinol 45 FL) in klomazon (Centium 36 CS) ter pripravek na podlagi aktivne snovi petoksamid (Successor 600). V prvem letu preizkušanja smo razen registriranih pripravkov v poskus vključili še aktivne snovi pendimetalin (Stomp 330 E) in S-metolaklor (Dual gold 960) ter jih preizkušali v kombinacijah, ki se uporabljajo tujini. Vse tri registrirane aktivne snovi (napropamid, klomazon, petoksamid) delujejo na enoletne širokolistne in ozkolistne plevelle, aktivna snov petoksamid ima poudarjeno delovanje na ozkolistne plevelle. Ob vrednotenju zapleveljenosti med rastno dobo buč smo v poskusu želeli ugotoviti vpliv zapleveljenosti na pridelek, ob hkratnem upoštevanju fitotoksičnosti. Več ožigov in kasneje gnilih buč smo zabeležili pri postopkih, kjer so herbicidi dobro učinkovali, kar lahko povezujemo z varovalno funkcijo plevelne flore pred sončnimi ožigi.

Ključne besede : oljna buča, pleveli, aktivna snov herbicida, pridelek

Opressing the weeds in oil pumpkins (*Cucurbita pepo* L.)

Abstract

On the numerous areas sowed with oil pumpkins (*Cucurbita pepo* L.) we are facing with weeds problem for a long time now. It must be mentioned that oil pumpkins have small competitive ability and coverage of the soil which is very small at oil pumpkins in the early development stage. This allows fast development of weeds flora, because it has a lot of empty space and daylight. Opressing the weeds is even more difficult as so little herbicides are registered in Slovenia. There are currently registered and in use preparations on the basis of the active substance napropamide (Devrinol 45 FL), clomazone (Centium 36 CS) and preparation Successor 600 (pentoxamid). In the first

⁹⁸ univ. dipl. inž. agronomije, KGZS-Zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

⁹⁹ dipl. inž. agronomije, KGZS-Zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

¹⁰⁰ mag. agr. znanosti, KGZS-Zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor

⁴ inž. kmetijstva, ŠC Ptuj, Biotehniška šola

year of testing we included active substance pendimetalin (Stomp 330 E) and S-metolaklor (Dual gold 960) beside registered preparations in the experiment and tested them in combinations used abroad. All three registered active substances (napropamide, clomazone, pentoxamid) work on annual broad and narrow leafed weeds, but active substance petoksamid has emphasized working on narrow-leaved weeds. While evaluating the coverage of weeds during the growing season, we wanted to establish the impact that coverage of weeds has on produce, taking into account the phytotoxation. We recorded more amylovora and later rotten pumpkins in the experiments with good effect of herbicides, which can be associated with protection role of weeds flora against sun amylovora.

Key words : oil pumpkin, weeds, active substance of herbicide, produce

1 Uvod

Zahteve iz slovenskega okoljskega programa, pojav koruznega hrošča in konec pridelave sladkorne pese v letu 2006 so v zadnjih letih vplivali na pridelavo oljnih buč na večjih površinah v Sloveniji. Posevki oljnih buč (*Cucurbita pepo* L.) so se dobro vključili v njivski kolobar, kot možna tretja glavna poljščina v petletnem vrstenju, saj tehnologijo pridelave, zaradi zgodovinskega pomena pridelave oljnih buč na severovzhodu Slovenije, kmetje obvladajo. Pri pridelovanju oljnih buč ni večjih težav z mehanizacijo, saj vse agrotehnične ukrepe lahko izvedemo mehanizirano. Več težav se pojavlja le zaradi slabih možnosti za kemično zatiranje plevelov.

S problemi zapleveljenosti se že dalj časa srečujemo na številnih njivah posejanih z oljnimi bučami (*Cucurbita pepo* L.). Pri tem velja omeniti majhno tekmovalno sposobnost oljnih buč ter pokritost tal, ki je v začetnih razvojnih fazah pri oljnih bučah zelo majhna. To omogoči, da se plevelna flora hitro razvije saj ima na voljo dovolj praznega prostora in svetlobe. Zatiranje plevelov je še dodatno oteženo, saj je pri nas registriranih le malo število herbicidov. Trenutno so registrirani in v uporabi pripravki na podlagi aktivne snovi napropamid (Devrinol 45 FL), klomazon (Centium 36 CS) in petoksamid (Successor 600). Napropamid (Devrinol 45 FL) je potrebno pred setvijo inkorporirati v tla do globine 5 cm. Inkorporacija je potrebna zaradi velike hlapljivosti pripravka. Je zelo obstojen v tleh, še posebej tam kjer imamo visok delež humusa, kar moramo upoštevati pri naslednji kulturi v kolobarju (Lešnik, 2007). V sušnih letih je delovanje napropamida (Devrinola 45 FL) slabše. Aktivno snov klomazon (Centium 36 CS) lahko uporabimo v času do fenološke faze 2 listov buč. V kolikor uporabimo polni odmerek pripravka (0,25 l/ha) na isto njivo kasneje ne smemo sejati ozimnih žit.

Vse tri aktivne snovi (napropamid, klomazon, pentoksamid) delujejo na enoletne širokolistne in ozkolistne plevela, ter ju lahko na isti površini uporabimo samo enkrat v rastni dobi.

Seveda ima pred uporabo herbicidov prednost mehanično zatiranje plevelov z okopalniki. V oljnih bučah je to možno samo ob temu predhodno prilagojenem sistemu setve (enovrstni sistem setve). Priporočeno je dvo do trikratno okopavanje posevkov v kolikor je to seveda časovno izvedljivo (Bavec, 2002). Po 8 do 10 tednih razvoja oljnih buč, torej ko nastopi fenološka faza tvorbe stranskih vrež, je mehanična obdelava otežena ter lahko z njo povzročimo mehanične poškodbe listov in vrež, posledično pa tudi možnost glivičnih okužb.

Na sosednjem Avstrijskem Štajerskem so buče pomembna poljščina, takoj za koruzo in žiti. Prav tako je štajersko bučno olje zaščiteno kot blagovna znamka (Wagner, 1998). Ob večjem obsegu pridelave je tudi večje povpraševanje pridelovalcev po herbicidih, kateri skozi postopek registracije, ki jo vloži proizvajalec ali zastopnik, pridobijo uradno dovoljenje za uporabo. Tako imajo v tujini v bučah registrirane pripravke na osnovi aktivnih snovi kot so: klomazon, petoksamid, metolaklor, izoksaben. S tem imajo pridelovalci možnost uporabe kombinacije dveh ali treh aktivnih snovi, ki jih uporabijo v različnih kombinacijah v manjših odmerkih. S tem razširijo spekter delovanja herbicidov in dosežejo boljšo učinkovitost.

2 Material in metode dela

Z namenom, ugotoviti smotrnost ter učinkovitost uporabe kombinacij herbicidov, ki so v uporabi v tujini, smo v letu 2007 na Kmetijsko gozdarskem zavodu Maribor zastavili dvoletni poljski poskus z oljnimi bučami. Poskus smo izvedli na šolskem posestvu Šolskega centra Ptuj v Turnišču pri Ptuj. Poskus smo postavili po metodi naključnih blokov, v 4 ponovitvah. Parcelice so bile velike 25 m². V letu 2007 smo poskus izvedli na skupno 9 a površine, v drugem letu pa na 4 a. Posejana sorta je bila v prvem letu preizkušanja Slovenska golica, v drugem letu pa sorti Slovenska golica in Gleisdorfer Ölkurbis. Oljne buče smo v obeh letih posejali na medvrstno razdaljo 1,4 m in razdaljo v vrsti 0,30 m. V prvem letu preizkušanja smo setev opravili 08. 05. 2007. Tretiranje s herbicidi je bilo opravljeno 09. 05. 2007, pri tem pa smo uporabili 300 l vode na hektar. Datum setve v drugem letu preizkušanja je bil 17.05 2008, tretiranje s herbicidi smo opravili 19.05. 2008. Poskus je bil izveden z BASF nahrbtno škropilnico na stisnjen zrak, šoba FE 80.08/3, tlak 3,5 bar. Poskus je bil postavljen na peščeno-prodnatih tleh. Predposevek v prvem letu izvedbe poskusa je bila koruza in v drugem letu preizkušanja sončnice.

Ocena učinkovitosti herbicidov je bila opravljena vizualno, po standardni metodologiji (EWRS,EPPO, Syngenta 2004; visual % efficacy estimation protocol), kjer pri ocenitvi upoštevamo število preživelih plevelov, velikost plevelov, razvojni stadij, spremembo barve in morfološke strukture organov in druge parametre (npr.delež površine z ožigi in nekrozami, turgor, oblikovanje novih poganjkov,), ki opisujejo fiziološko stanje plevelne rastline in njeno preživetveno sposobnost. Izvedena je vizualna ocena fitototoksičnosti herbicidov. Ob spravi posevka se je ugotovljal vpliv zapleveljenosti posevka na pridelek oljnih buč.

V prvem letu izvajanja smo v poskus vključili 8 kombinacij herbicidov, na podlagi: napropamida, klomazona, pendimetalina, pentoksamida ter metolaklora (preglednica 1). Od uporabljenih herbicidov, navedenih v preglednici 1, imajo v Slovenji trenutno dovoljenje za uporabo v oljnih bučah le pripravki Dervinol 45 FL, Cenitium 36 CS in Succesor 600. V preglednici navajamo z aktivno snovjo klomazon pripravek Command 48 EC, saj v prvem letu izvajanja poskusa pripravek Centium 36 CS v Sloveniji še ni bil registriran, gre pa za dve različni tržni imeni za sredstvo z isto aktivno snovjo (aktivna snov klomazon se v Avstriji trži pod imenom Command 48 EC). Ostali herbicidi niso dovoljeni za uporabo v oljnih bučah in so le predmet preiskovanja. Pomembno je, da smo ob aplikaciji s sredstvom Stomp 400 SC prekrili vrste oljnih buč s PVC trakom. S tem smo nadomestili uporabo ščitnika, ki omeji širino uporabe herbicidov. Ukrep smo izvedli, ker je priporočena 15 centimeterska oddaljenost nanosa herbicida od vrste posejanega semena.

Preglednica 1: Kombinacije pripravkov po obravnavanjih v letu 2007

Št. obr.	Kemični pripravek	Aktivna snov	Formulacija	Odmerek		šk
				g, ml, a.s./ha	kg, l pripr./ha	
1.	Devrinol 45 FL	napropamid 450 g/l	SC	900,0	2,0	9.
	Command 48 EC	klomazon 482 g/l	EC	96,4	0,2	
2.	Stomp 400 SC	pendimetalin 400 g/l	SC	1600,0	4,0	9.
3.	Succesor 600	pentoksamid 600 g/l	SC	1200,0	2,0	9.
4.	Command 48 EC	klomazon 482 g/l	EC	96,4	0,2	9.
5.	Succesor 600	pentoksamid 600 g/l	SC	1200,0	2,0	9.
6.	Command 48 EC	klomazon 482 g/l	EC	96,4	0,2	9.
7.	Dual gold 960 EC	S-metolaklor 960 g/l	EC	1200,0	1,25	9.
8.	Devrinol 45 FL	napropamid 450 g/l	SC	1350,0	3,0	9. medv. ink.
9.	Stomp 400 SC	pendimetalin 400 g/l	SC	1600,0	4,0	9. pol.
10.	Command 48 EC	klomazon 482 g/l	EC	241,0	0,5	9.
11.	Kontrola	-	-	-	-	
12.	Dual gold 960 EC	S-metolaklor 960 g/l	EC	1200,0	1,25	9.
13.	Command 48 EC	klomazon 482 g/l	EC	96,4	0,2	9.

V preglednici 2 so navedene kombinacije pripravkov uporabljene v posevku oljnih buč v letu 2008. V tem letu smo se odločili le za uporabo registriranih pripravkov v

oljnih bučah, z izjemo sredstva z aktivno snovjo metolaklor, ki v Sloveniji ni registriran v bučah, ima pa dovoljenje za uporabo v oljnih bučah v Avstriji.

Preglednica 2: Kombinacije pripravkov po obravnavanjih v letu 2008

Št. obr.	Kemični pripravek	Aktivna snov	Formulacija	Odmerek		Iškr.
				g, ml, a.s./ha	kg, l pripr./ha	
1.	Successor 600	pentoksamid 600 g/l	SC	1200,0	2,0	19
	Centium 36 CS	klomazon 360 g/l	CS	90,0	0,25	
2.	Successor 600	pentoksamid 600 g/l	SC	1200,0	2,0	19
	Dual gold 960 EC	S-metolaklor 960 g/l	EC	1200,0	1,25	
3.	Dual gold 960 EC	S-metolaklor 960 g/l	EC	1200,0	1,25	19
	Centium 36 CS	klomazon 360 g/l	CS	90,0	0,25	
4.	Kontrola	-	-	-	-	

3 Rezultati z diskusijo

Namen poskusa je bil analizirati stopnjo učinkovitosti herbicidov, fitotoksičnost za oljne buče, število buč, maso buč ter maso mokrih in suhih bučnic. Na osnovi zadnjih treh parametrov smo izračunali pridelek na poskusno parcelo ter hektar.

Med rastno dobo (28 dni po uporabi herbicida) smo z vizualno oceno po standardni metodologiji določili učinkovitost ter fitotoksičnost herbicidov na oljne buče (Syngenta International AG, 2004).

Preglednica 3: Rezultati učinkovitosti delovanja herbicidov, delež pokrovnosti

plevelov v odstotkih po uporabi herbicidov v letu 2007

Postopek / Plevel	AMARE	ECHCG	SETVI	CHEAL	CHEPO	GASPA	POLP
1. Devrinol 45 FL	13,8	52,5	23,8	59,5	55,0	75,0	62,5

+ Command 48 EC							
2. Stomp 400 SC	100,0	42,5	62,5	100,0	100,0	84,0	100,0
3. Successor 600 + Command 48 FL	99,8	97,0	86,3	98,0	95,8	96,3	98,8
4. Successor 600+ Command 48 FL + Dual gold 960 EC	100,0	100,0	100,0	96,0	100,0	100,0	100,0
5. Devrinol 45 FL	30,0	10,0	7,5	30,0	31,3	8,8	11,3
6. Stomp 400 SC	99,8	67,5	77,0	100,0	100,0	91,5	100,0
7. Command 48 EC	65,0	95,0	60,0	99,5	47,5	96,3	100,0
9. Dual gold 960 EC + Command 48 EC	99,5	100,0	92,3	69,5	90,3	100,0	77,5
8. KONTROLA	22,0	15,3	23,4	8,6	4,4	10,4	3,6

Preglednica 4: Rezultati učinkovitosti delovanja herbicidov, delež pokrovnosti

plevelov v odstotkih po uporabi herbicidov in fitotoksičnosti v letu 2007

Postopek / Plevel	1ALGG	DIGSA ***	POLCO **	VERHE *	MATHI	ABUTH *	CHEFI *	Pokrovnost plevelov	Fitotok
1. Devrinol 45 FL + Command 48 EC	55,0	28,3	50,0	100,0	NO	100,0	100,0	18,8 %	0
2. Stomp 400 SC	100,0	98,3	100,0	100,0	NO	NO	100,0	2,3 %	8
3. Successor 600 + Command 48 EC	62,5	94,0	100,0	80,0	0	20,0	85,0	0,3 %	0
4. Successor 600 + Command 48 EC + Dual gold 960 EC	70,0	99,3	100,0	100,0	NO	30,0	100,0	0 %	1
5. Devrinol 45 FL	2,5	6,7	7,5	10,0	0	0,0	5,0	46,3 %	0
6. Stomp 400 SC	85,0	94,3	100,0	100,0	0	NO	100,0	0,9 %	6
7. Command 48 EC	42,5	73,3	100,0	100,0	0	NO	100,0	7,1 %	0
9. Dual gold 960 EC + Command 48 EC	60,0	98,7	100,0	100,0	0	NO	100,0	2,1 %	0
8. KONTROLA	2,5	6,8	1,75	0,25	0,25	0,25	0,5	85,0 %	

*** - ocenitev pri 3. ponovitvah; ** - ocenitev pri 2. ponovitvah; * - ocenitev pri 1. ponovitvi

Kode plevelov:

AMARE – navadni ščir, ECHCG – navadna kostreba, SETVI – zeleni muhvič, CHEAL – bela metlika, CHEPO – mnogosemenska metlika, GASPA – drobnocvetni rogoviček, POLPE – breskovolistna dresen, 1ALGG - slez, DIGSA – krvavavordeča srakonja, POLCO – navadni slakovec, VERHE – bršljanovolistni jetičnik, MATHI - trirobka, ABUTH – baržunasti oslez, CHEFI – smokvolistna metlika

Iz preglednic 3 in 4 je razvidno, da je pokrovnost plevelov v kontroli (neškropljeno) znašala 85 %, v najvišjem deležu pa so bili zastopani srhkodlakavi ščir (22 %), zeleni muhvič (23,4 %) ter navadna kostreba (15,3 %). Pokrovnost plevelov pri posameznih postopkih je bila najnižja pri postopku 4, kjer smo uporabili kombinacijo pripravkov Successor 600, Command 48 EC in Dual gold 960 EC, ki je zelo dobro delovala na vse zastopane plevela na tem poskusnem polju razen na baržunasti oslez. Zelo dobro delovanje (glede na pokrovnost plevelov) so pokazali tudi postopki 2 ter 6 (Stomp 400 EC), 3 (Successor 600 + Command 48 EC) in 9 (Dual gold 960 EC + Command 48 EC), kjer je bila povprečna pokrovnost plevelov od 0,3 do 2,3 %. Najnižjo učinkovitost delovanja pa je pokazal pripravek Devrinol 45 FL (postopek 5), kjer je bila povprečna pokrovnost s pleveli 46,3 %, pripravek pa je bil v medvrstnem prostoru inkorporiran v tla, kot se priporoča v praksi. Pri postopkih 2 in 6, kjer smo uporabili pripravek Stomp 400 SC, smo opazili višji stopnji fitotoksičnosti (6, 8 in 8, 3), nekoliko nižja je bila ta pri postopku 6, kjer smo prostor v vrsti (setveni prostor) pokrili s PVC trakovi.

V tujini pridelovalci najpogosteje uporabljajo kombinacijo pripravkov Successor 600, Command 48 EC in Dual gold 960 EC (kombinacija 4), ki je v poskusu najboljše delovala. Iz posvetov s kolegi svetovalci iz Avstrijske štajerske ter glede na rezultate izvajanja poskusa v prvem letu sklepamo, da tudi ob uporabi kombinacije pripravkov Successor 600 in Centium 36 CS (v Avstriji je Centium 36 CS (a.s. klomazon) registriran pod imenom Command 48 EC) brez pripravka Dual gold 960 EC kombinacija ne bo tako učinkovita na njivah, ki so bolj podvržene k zapleveljenosti z ozkolistnimi pleveli.

Preglednica 5: Ocenjevanje poskusa po standardni metodologiji (EWRS, EPPO, Syngenta 2004) v letu 2008

Poskus št.:	Datum ocenjevanja: 23. 07. 2008, oziroma 68 dni po škropljenju				
Stadij razvoja rastline: 105 – peti pravi list na glavnem steblu je v celoti razširjen					
Način vzorčenja: pregled cele parcele			Velikost vzorčne enote: 25 m ²		
Način ocenjevanja: Vizualno ocenjevanje učinkovitosti po standardni metodologiji					
Stadij razvoja pomembnejših plevelov na kontrolni parceli	Latinsko ime plevela	Slovensko ime plevela	Bayer koda	Povprečna pokrovnost plevelov (%)	
				Sorta Gleisdorfer	Sorta Slovenska golica
	<i>Digitaria sanguinalis</i>	krvavordeča srakonja	DIGSA	60,0	72,5
	<i>Echinochloa crus-galli</i>	navadna kostreba	ECHCG	32,0	10,0
	<i>Polygonum persicaria</i>	breskova dresen	POLPE	1,5	3,5
	<i>Convolvulus arvensis</i>	njivski slak	CONAR	1,0	3,5
	<i>Chenopodium album</i>	bela metlika	CHEAL	1,5	4,0
	<i>Amaranthus retroflexus</i>	srhkodlakavi ščir	AMARE	1,5	2,5
	<i>Chenopodium polyspermum</i>	mnogosemenska metlika	CHEPO	1,5	2,0
	<i>Galinsoga parviflora</i>	drobnocvetni rogovilček	GASPA	1,0	2,0

Preglednica 6: Rezultati učinkovitosti delovanja herbicidov, delež pokrovnosti plevelov v odstotkih po uporabi herbicidov na sorti Gleisdorfer Ölkurbis

Postopek / Plevel (2 ponovitvi)	ECHCG	DIGSA	POLPE	AMARE	CHEAL	CHEPO	GASPA	CONA
1. Successor 600 + Centium 36 CS	75	80	84	88	87,5	90	95	0
2. Successor 600 + Dual gold 960 EC	100	100	90	100	98,5	99	99,5	0
3. Dual gold 960 EC + Centium 36 CS	100	99	70	95	95	98	97,5	0
8. KONTROLA – neškropljeno	32	60	1,5	1,5	1,5	1,5	1	1

Kode plevelov:

ECHCG – navadna kostreba, DIGSA – krvavordeča srakonja, POLPE – breskovolistna dresen, AMARE – srhkodlakavi ščir, CHEAL – bela metlika, CHEPO – mnogosemenska metlika, GASPA – drobnocvetni rogovilček, CONAR – njivski slak

Preglednica 7: Rezultati učinkovitosti delovanja herbicida, delež pokrovnosti plevelov po uporabi herbicidov na sorti Slovenska golica

Postopek / Plevel (2 ponovitvi)	ECHCG	DIGSA	POLPE	AMARE	CHEAL	CHEPO	GASPA	CONAR
1. Successor 600 + Centium 36 CS	74	72,5	97,5	96,5	96,5	45	95	N
2. Successor 600 + Dual gold 960 EC	97,5	92,5	97,5	100	95	NO	96,5	J
3. Dual gold 960 EC + Centium 36 CS	96	95	99	95	86	NO	97,5	N
8. KONTROLA – neškropljeno	10	72,5	3,5	2,5	4	2	2	3

Kode plevelov:

ECHCG – navadna kostreba, DIGSA – krvavordeča srakonja, POLPE – breskovolistna dresen, AMARE – srhkodlakavi ščir, CHEAL – bela metlika, CHEPO – mnogosemenska metlika, GASPA – drobnocvetni rogovilček, CONAR – mjijski slak

V poskusu so bili uporabljeni le trije različni pripravki – herbicidi (od teh sta tudi Successor 600 in Centium 36 CS pri nas dovoljena za uporabo v bučah), vendar smo s tem poskusom želeli ugotoviti delovanje teh pripravkov v vseh možnih medsebojnih kombinacijah, in ali katera izmed teh kombinacij povzroča fitotoksičnost na dveh različnih sortah buč.

Pokrovnost plevelov v kontroli – neškropljeno je pri sorti Geisdorfer Ölkurbis znašala 93,5 %, pri sorti Slovenska golica pa 90,0 %.

Pri obeh sortah buč je prevladoval plevel krvavordeča srakonja (*Digitaria sanguinalis*) z 60,0 (sorta Gleisdorfer Ölkurbis) oz. 72,5 % (sorta Slovenska golica) deležem, v večjem deležu pa je bil pri obeh sortah tudi zastopan plevel navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*) z 32 (sorta Gleisdorfer Ölkurbis) oz. 10 % (sorta Slovenska golica) deležem. Deleži ostalih plevelov v plevelni flori na poskusnem polju so se gibali med 1,0 – 4,0 %.

Na krvavordečo srakonjo (*Digitaria sanguinalis*) sta bila najbolj učinkovita, pri obeh sortah v poskusu, postopka 2 (Successor 600 + Dual gold 960 EC) in 3 (Dual gold 960 EC + Centium 36 CS) in sicer: postopek 2 z 92,5 – 100 % učinkovitostjo, postopek 3 pa z 95 – 99 % učinkovitostjo. Na plevel navadna kostreba (*Echinochloa crus-galli*) pa sta bila prav tako, pri obeh sortah buč, najbolj učinkovita postopka 2 in 3 in sicer: postopek 2 s 97,5 – 100 % delovanjem, postopek 3 pa s 96 – 100 % delovanjem.

Odlično delovanje na večino zastopanih plevelov v plevelni flori (razen na njivski slak) sta pokazala postopka 2 (Successor 600 + Dual gold 960 EC) in 3 (Dual gold 960 EC + Centium 36 CS), nekoliko slabše delovanje pa postopek 1 (Successor 600 + Centium 36 CS).

V času ocenjevanja nismo pri nobenem postopku opazili pojava fitotoksičnosti na bučah.

Ob vrednotenju zapleveljenosti med rastno dobo buč smo v poskusu želeli ugotoviti vpliv zapleveljenosti na pridelek, ob hkratnem upoštevanju fitotoksičnosti. Rezultati so podani v preglednici 8 in 9.

Preglednica 8: Povprečne vrednosti pridelkov buč glede na kombinacijo herbicida v letu 2007

Kemični pripravek	Povprečno št. buč / 25 m ²	Povprečno št. gnilih buč / 25 m ²	Povprečna masa buč (kg/25 m ²)	Povprečna masa vlažnega semena (kg/25 m ²)	Povprečna masa suhega semena z 8 % vlage (kg/25 m ²)	Povprečni pridelek semena (kg/25 m ²)
Devrinol 45 FL	33,3	1,3	52,5	1,5	0,6	0,9
Command 48 EC						
Stomp 400 SC	47,0	1,3	91,8	2,6	1,4	1,3
Successor 600	53,3	4,0	104,3	3,0	1,4	1,7
Command 48 EC						
Successor 600	54,0	3,8	100,9	2,9	1,3	1,7
Command 48 EC						
Dual gold 960 EC						
Devrinol 45 FL	37,0	0,5	58,2	1,7	0,9	0,9
Stomp 400 SC	61,3	3,3	113,8	3,4	1,6	1,9
Command 48 EC	45,8	2,0	87,4	2,4	1,2	1,4
Kontrola	34,5	0,8	56,0	1,7	0,8	1,0
Dual gold 960 EC	49,0	2,3	89,2	2,6	1,2	1,5
Command 48 EC						

Preglednica 9: Povprečne vrednosti pridelkov buč glede na kombinacijo herbicida v letu 2008

Kemični pripravek	Povprečno št. buč / 25 m ²	Povprečno št. gnilih buč / 25 m ²	Povprečna masa buč (kg/25 m ²)	Povprečna masa vlažnega semena (kg/25 m ²)	Povprečna masa suhega semena z 8 % vlage (kg/25 m ²)	Povprečni pridelek semena (kg/25 m ²)
Succesor 600	19	5,5	20,50	1,024	0,665	0,665
Centium 36 CS						
Succesor 600	20	8,5	20,87	0,844	0,548	0,548
Dual gold 960 EC						
Dual gold 960 EC	18	4	22,25	1,164	0,756	0,756
Centium 36 CS						
Kontrola	8	2,5	9,43	0,480	0,312	0,312

Pri analizi rezultatov poskusa v letu 2007 ugotavljamo, da je pridelek najvišji pri postopku, kjer smo vrste prekrili z PVC trakom in uporabili pripravek Stomp 400 SC. Pri tem postopku je bila predhodno ocenjena višja stopnja fitotoksičnosti za oljne buče (preglednica 4), ki pa kot kaže, ni imela večjega vpliva na pridelek (Vrabič, 2008). Visoke pridelke smo beležili še pri postopku 3 in 4. Statistično je dokazano, da je v postopkih 1 (Devrinol 45 FL + Command 48 EC) in 5 (Devrinol 45 FL) večja zapleveljenost zaradi slabšega učinka herbicidov vplivala na nizek pridelek. Omeniti je še potrebno število gnilih buč. Leto 2007 je bilo specifično, kar zadeva prisotnosti sončnih ožigov na oljnih bučah. V kolikor se ožigi pojavijo zgodaj (faza razvoja plodov oz. jagod) je večja možnost da buča zgine, kar se je zgodilo tudi v poskusu. Več ožigov, in kasneje gnilih buč, smo zabeležili pri postopkih, kjer so herbicidi dobro učinkovali (3, 4 in 6), kar lahko povezujemo z varovalno funkcijo plevelne flore pred ožigi.

Povprečni pridelki semena oljnih buč so bili v letu 2008 nižji, v primerjavi z letom 2007. Razlog je bil močna poškodovanost posevka po toči in izostanek dognovanja poskusa z dušikom, zaradi česar so bili povprečni pridelki nižji, saj se je zaradi obilice padavin precej dušika tekom vegetacije izpralo in ga rastline niso imele dovolj na razpolago, ko so ga največ potrebovale. V letu 2008 posebej izstopa zelo nizki pridelek semena v kontroli, nizko je tudi število plodov na parcelico v primerjavi s tretiranimi variantami, število gnilih buč pa je, enako kot v letu 2007, največje pri variantah z največjo učinkovitostjo herbicidov.

4 Sklepi

Iz poskusa je možno zaključiti, da je pri zatiranju plevelov v oljnih bučah smiselno uporabljati kombinacijo herbicidov Succesor 600 in Centium 36 CS, saj s to kombinacijo pokrijemo zatiranje enoletnih širokolistnih in ozkolistnih plevelov. V obeh letih preizkušanja pri tej kombinaciji ni bilo zaslediti fitotoksičnosti, tudi pri uporabi na zelo lahkih prodnatih in peščenih tleh. Glede ocene fitotoksičnosti teh

pripravkov ni bilo opaziti razlik med sortama Slovenska golica in sorto Gleisdorfer Ölkurbis.

Glede vpliva zapleveljenosti na višino pridelka oljnih buč je opaziti največje znižanje pridelka v kontroli, v primerjavi s tretiranimi variantami. Pri tretiranih variantah je pomembno, da posevek ni močno senčen s pleveli v prvi fazi razvoja oljnih buč, do faze sredine formiranja plodov, saj je število nastavljenih plodov pri zelo zapleveljenih variantah manjše. Poznejša zapleveljenost, posebej s posameznimi pleveli, ne povzroči večjih škod na posevkih oljnih buč, saj ta posebej na lažjih tipih tal, posebej v pogojih suše, preprečujejo sončne ožige in s tem povezano gnitje plodov. Iz tega razloga variante, pri katerih je bila dosežena največja učinkovitost herbicidov, niso tudi variante, pri katerih je na lažjih peščenih in prodnatih tleh možno doseči najvišje pridelke, saj posamezni in pozneje vznikli pleveli niso predstavljali konkurence rastlinam buč, imajo pa varovalno vlogo pred sončnimi ožigi in vplivajo na manjše število gnilih plodov ob spravilu.

5 Literatura :

Bavec, F., Gril, L., Grobelnik-Mlakar, S., Bavec, M. 2002. Production of pumpkin for oil.-In: Janick J. Whimpkey A (Eds Trends in new crops and new uses). ASHS Press, Aleksandria, VA, 2002:187-193

Lešnik, M. 2007. Tehnika in ekologija zatiranja plevelov, Mario Lešnik. Ljubljana: Kmečki glas, 2007, ISBN 978-961-203-324-8 :84-93, 206-209, 129-140

Syngenta International AG 2004. Manual for Field Trials in Crop Protection 4th Edition, (Herbicide field trials), Geerings of ASHfortd Ltd, Ref. No.016693.00.040., 257-259.

Vrabič, A. 2008. Vpliv uporabe na maso in število buč (*Cucurbita pepo L*) pri uporabi različnih herbicidov, diplomska naloga Šolski center Ptuj, Višja strokovna šola, UDK:632.954:635.62(043.2): 11-51

Wagner, S. 1998. Steirisches Kürbiskernöl - Gesundheit trifft sich mit Genuss. In Seidl E (Ed.), Kochen mit Kürbiskernen und Kürbiskernöl, Ludersdorf, 1998:12-13

Škodljivost gosenic koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner], Lepidoptera, Crambidae) na koruzi na Primorskem v obdobju 1998 - 2006

Matjaž HLADNIK¹⁰¹, Anka POŽENEL¹⁰², Stanislav TRDAN¹⁰³

Izvleček

Analizirali smo rezultate poskusov koruznih hibridov, ki so od leta 1998 do 2006 potekali na dveh območjih na Primorskem, in sicer v okolici Ajdovščine (enota 2) in Bilj (enota 1). Poskusi so potekali v okviru aktivnosti Kmetijsko gozdarskega zavoda v Novi Gorici. V poskuse so bili vključeni hibridi iz zrelostnih razredov FAO od 500 do 700. Izbrali smo 13 hibridov, vsak od njih pa je bil vključen v poskus vsaj 4 leta. V obravnavo smo vključili naslednje parametre: odstotek polomljenih rastlin zaradi napada koruzne vešče, odstotek plesnivih storžev in odstotek storžev, napadenih z gosenicami koruzne vešče. Odstotek napadenih storžev se je močno razlikoval po posameznih letih, in sicer so vrednosti variirale od 8,3 do 96,4 %. Razlike v tem parametru pa smo med hibridi opazili tudi v posameznih letih. S Pearsonovim koeficientom korelacije smo ugotovili šibko do srednje močno povezavo med odstotkom napadenih storžev s koruzno veščo in ostalima dvema parametroma v enoti 1.

Ključne besede: koruzna vešča, *Ostrinia nubilalis*, koruza, *Zea mays*, mikroposkus, hibridi, Primorska

Damage caused by larvs of European corn borer (*Ostrinia nubilalis* [Hübner], Lepidoptera, Crambidae) to corn in the Primorska region from 1998 to 2006

Abstract

We analyzed the results of experiments with maize hybrids, which were performed from 1998 to 2006 in two regions of Primorska, namely in Bilje (unit 1) and Ajdovščina (unit 2) with surroundings. The experiments were managed by Institute of agriculture and forestry in Nova Gorica. All 13 hybrids belonged to FAO classes from 500 to 700. Each hybrid was tested in an experiments at least for 4 years. We observed three parameters of maize in our research: the percentage of broken plants, the percentage of mouldy cobs and the percentage of cobs, which were injured by caterpillars of European corn borer. The percentage of injured cobs was very different through nine years; from 8,3 to 96,4 %. The differences between hybrids were found also within the same years. With Pearson's coefficient of corellation we established weak to moderate correlation between injured and mouldy cobs and between injured cobs and the broken plants.

Key words: European corn borer, *Ostrinia nubilalis*, maize, *Zea mays*, microexperiment, hybrids, Primorska region

1 Uvod

Gosenice koruzne ali prosene vešče (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) so na koruzi škodljive zaradi vrtnanja po storžih in steblih, kar ob vetru povzroča lomljenje rastlin in padanje storžev na tla. Pomanjkanje hibridov koroze iz zrelostnih razredov 500, 600 in 700, ki bi bili tolerantni na koruzno veščo, je spodbudilo preizkušanje novih hibridov

¹⁰¹ univ. dipl. inž. agr., mladi raziskovalec, Univerza na Primorskem, Znanstveno-raziskovalno središče Koper, Garibaldijeva 1, 6000 Koper

¹⁰² univ. dipl. inž. agr., Kmetijsko gozdarski zavod Nova Gorica, Oddelek za kmetijsko svetovanje, Goriška 23b, 5270 Ajdovščina, e-pošta: anka.pozenel@go.kgzs.si

¹⁰³ doc. dr., Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo, Katedra za entomologijo in fitopatologijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: stanislav.trdan@bf.uni-lj.si

na Primorskem (Poženel, 1994). Varstvo koruze pred napadom koruzne večše s škropljenjem je pri nas zaradi prevelikih rastlin med izleganjem mladih gosenic nemogoče. Izjemo predstavlja zatiranje škodljivca na poznih hibridih v Vipavski dolini, ki so med izleganjem gosenic prvega rodu še dovolj nizki, da v posevek lahko pridemo s traktorsko škropilnico. Drugega rodu pa zaradi previsokih rastlin v avgustu ni več mogoče zatirati (Gomboc, 2003).

2 Material in metode dela

Analizirali smo rezultate devetletnega (1998-2006) spremljanja zastopanosti koruzne večše, plesnivosti storžev in polomljenih rastlin na koruzi na dveh območjih na Primorskem. Večletna mikroposkusa – v obeh zgledih z večjim številom hibridov – sta potekala na lokaciji Bilje-Orehovlje, v občini Miren-Kostanjevica in v ožji okolici Ajdovščine. Analizo rezultatov smo zastavili tako, da smo vse kraje, kjer so potekali poskusi, razdelili v dve enoti (preglednica 1). Prvo enoto predstavljajo kraji Bilje, Miren in Orehovlje, drugo enoto pa kraji Dolenje, Vipava, Ustje pri Ajdovščini, Zemono in Lokavec. V analizo smo vključili 13 hibridov koruze (iz zrelostnih razredov FAO od 500 do 700). Ker vsi hibridi niso bili zastopani v vseh letih, smo za analizo izbrali samo tiste, ki so bili preučevani vsaj 4 leta. Hibrida ZP 704 ter ZP 677 sta bila vzgojena na Inštitutu za koruzo Zemun Polje, hibride PR34G13, PR33J24 in PR34D71 trži družba Pioneer Hi-breed. Hibridi Bc 5982, Bc 678 in Bc 6661 so bili vzgojeni na Bc inštitutu za žlahtnjenje in rastlinsko pridelavo, hibrid Maverik trži podjetje Syngenta, hibrid Asturial podjetje Euralis semences, hibrid Codistar podjetje RWA Raiffeisen Agro d.o.o., hibrida Luce in Mikado pa nemško podjetje KWS. Poskusi so potekali po metodi naključnih blokov v štirih ponovitvah. Velikost osnovne parcele je bila 19,6 m² (4 vrste v dolžini 7 m). Ocenjevali smo rastline v notranjih dveh vrstah (9,8 m²). Tehnologija pridelave je bila skladna s tehnološkimi navodili za integrirano pridelavo poljščin. Za izračun korelacij med preučevanimi parametri, smo uporabili program Statgraphics Plus for Windows 4.0. Za grafični prikaz rezultatov smo uporabili program MS Excel 2003. Moč povezave med parametri smo ugotavljali s Pearsonovim koeficientom korelacije (r).

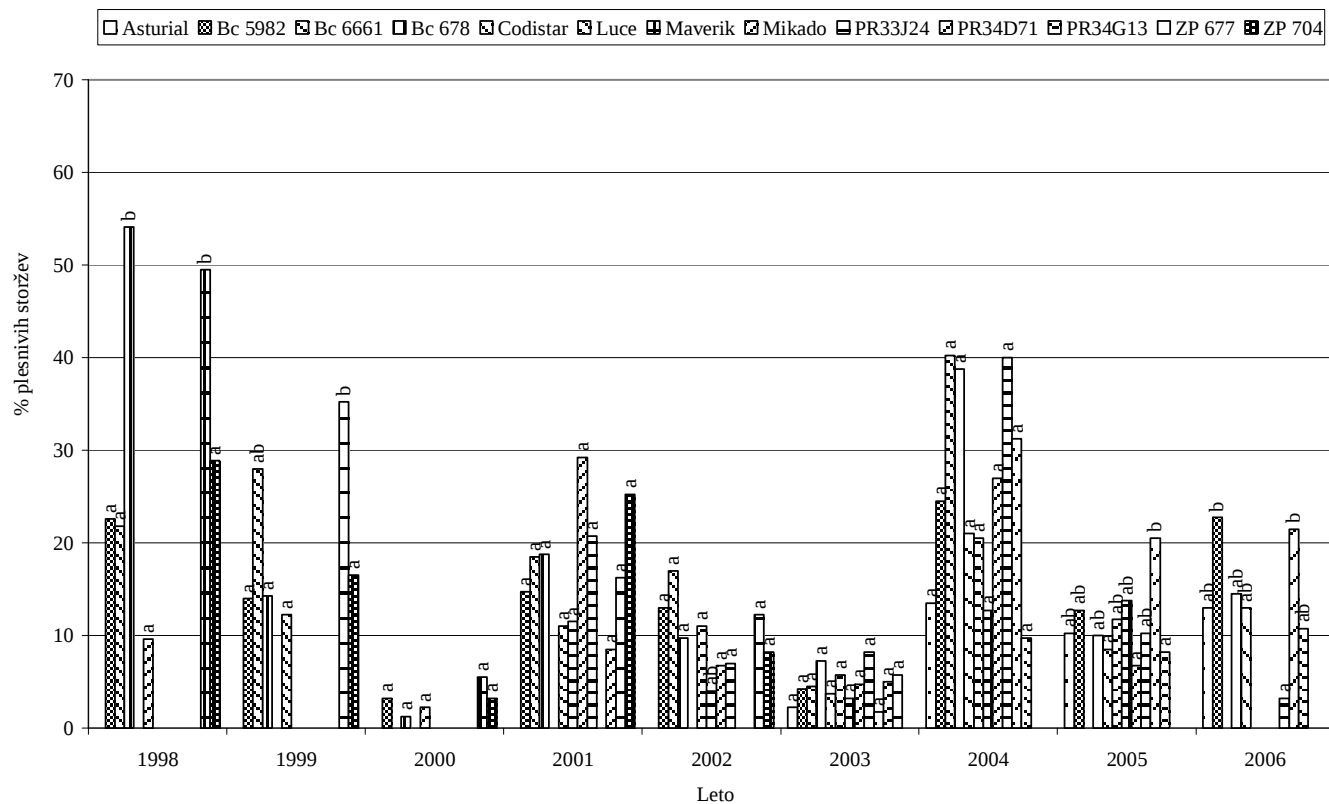
Preglednica 1: Krajevni potek poskusov v obdobju 1998-2006

	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Enota 1	Bilje	Bilje	Bilje	Bilje	Bilje	Bilje	Miren	Bilje	Orehovlje
Enota 2	Dolenje	Dolenje	Vipava	Ustje	Ustje	Dolenje	Zemono	Lokavec	Lokavec

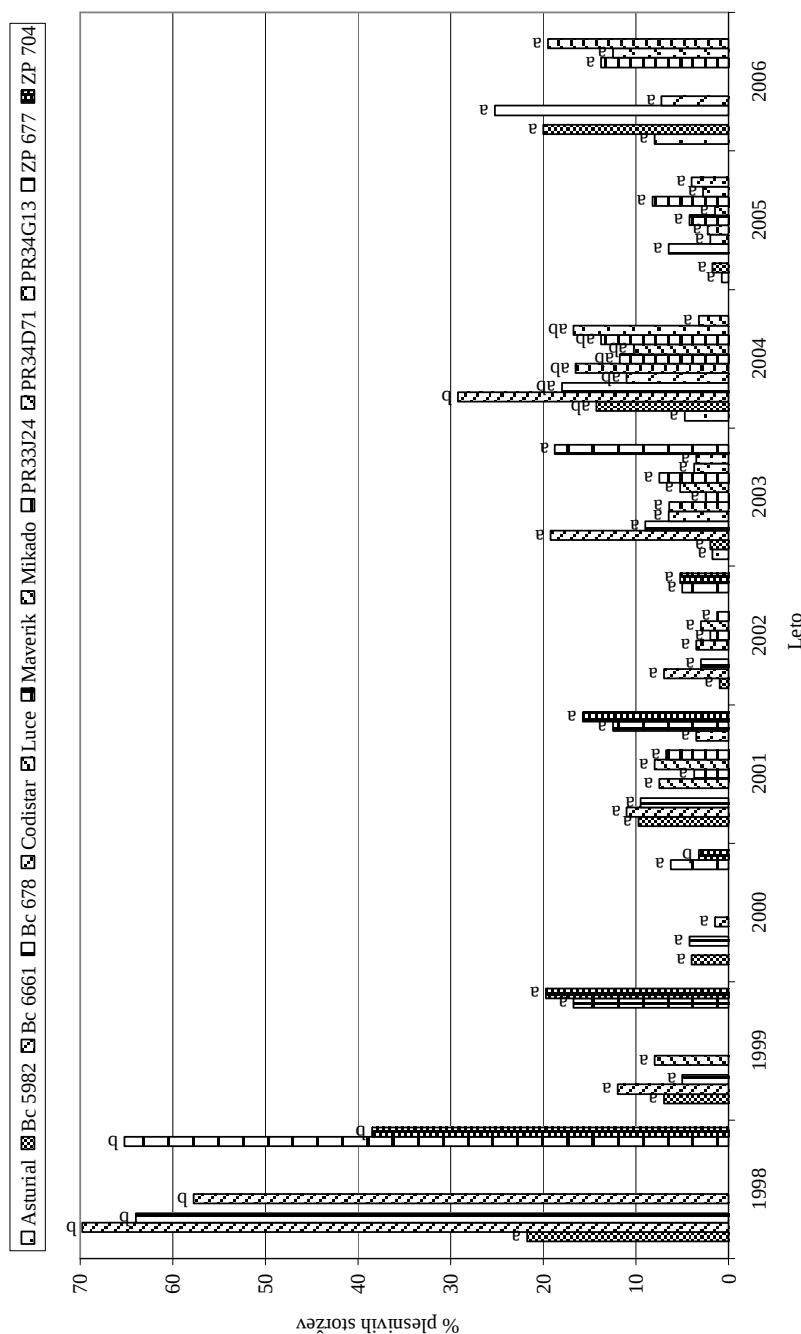
3 Rezultati z diskusijo

Koruzna večša (*Ostrinia nubilalis* [Hübner]) je bila v Sloveniji že preučevana. Gomboc in sod. (1996) so ugotovili, da je bila večina napadenih rastlin na mestih napada okužena s fuzariozami (*Fusarium* spp.). Pri rastlinah z močnejšimi stebli okužbe s fuzariozami niso bile tako izrazite in so bile omejene le na en internodij. V to skupino je spadala večina poznejših hibridov. To ugotovitev omenjenih raziskovalcev smo potrdili tudi mi. Namreč, skozi vsa leta je bil odstotek plesnivih storžev pri večini hibridov pod 20 odstotki, medtem ko je bil odstotek storžev, napadenih s koruzno

veščo bistveno višji; večina vrednosti se je gibala med 35 in 80 odstotki. Prav tako se je v enoti 1 izrazila statistično signifikantna povezava med odstotkom storžev, napadenih z veščo in odstotkom plesnivih storžev. Urek in Milevoj (1994) ugotavljata, da se napadena stebela ob močnejšem vetru lomijo. Tudi to ugotovitev lahko delno potrdimo, saj smo v enoti 1 potrdili statistično signifikantno povezavo med odstotkom napadenih storžev s koruzno veščo in odstotkom polomljenih rastlin. V enoti 2 pa se taka povezava ni izrazila.

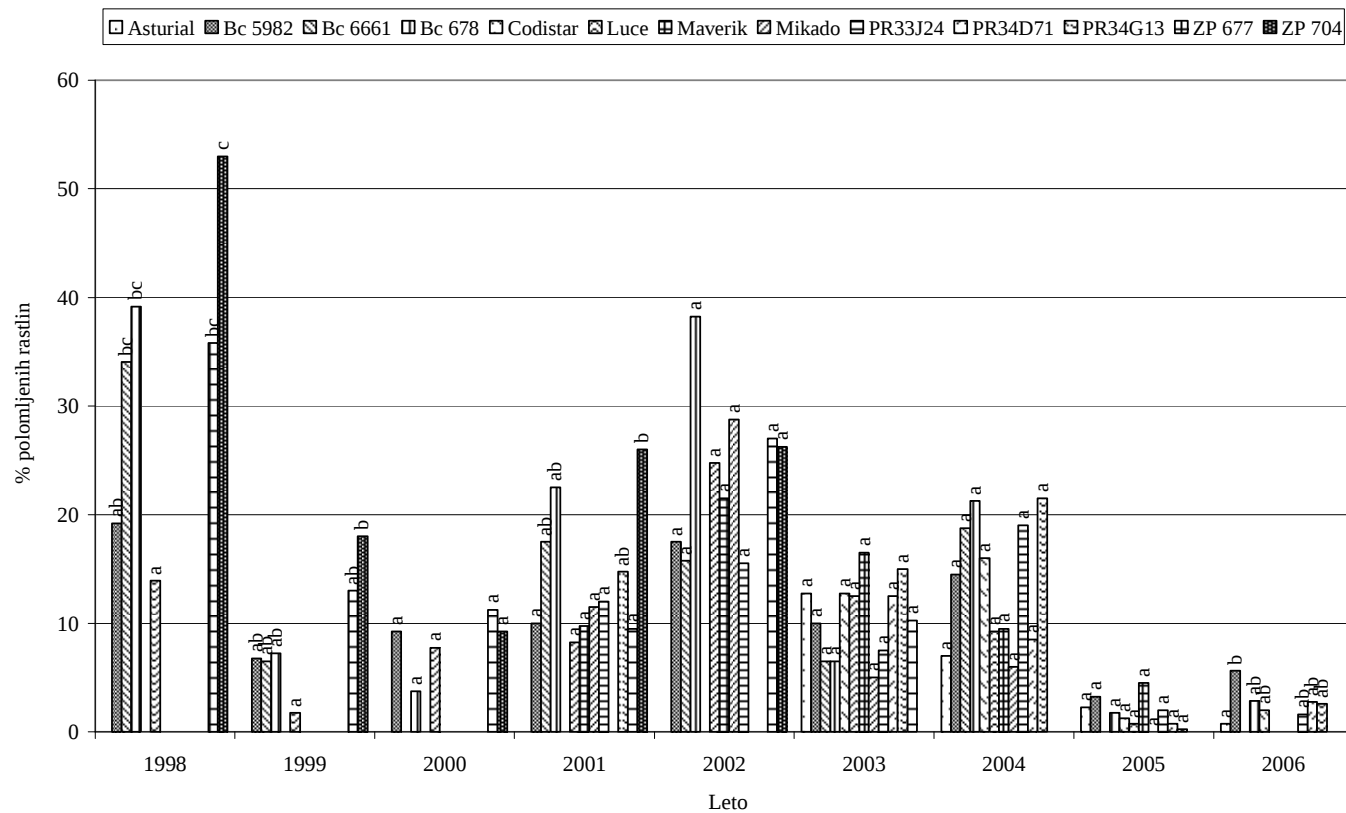


Slika 1: Odstotek plesnivih storžev 13 hibridov koruze po posameznih letih v obdobju 1998-2006 v enoti 1

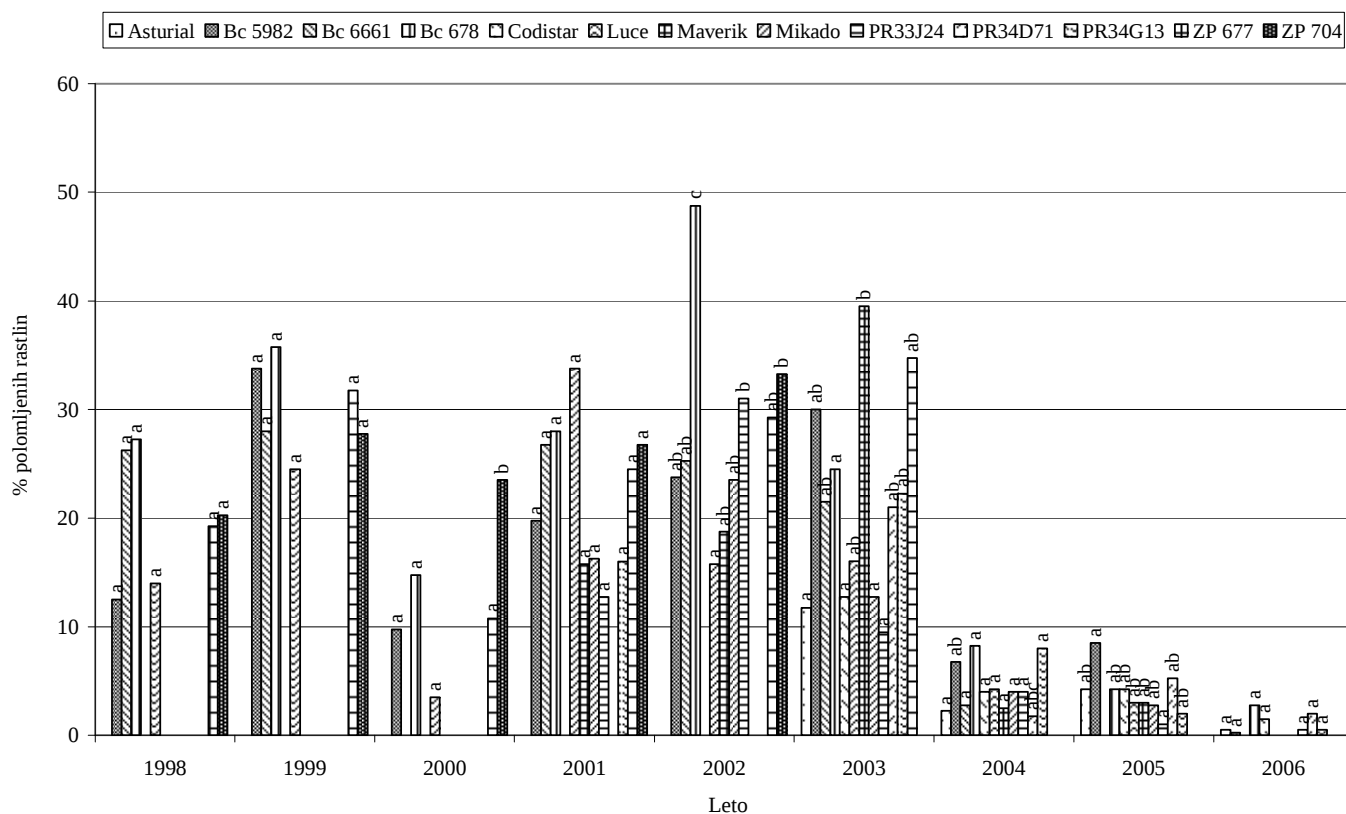


Slika 2: Odstotek plesnivih storžev 13 hibridov koruze po posameznih letih v obdobju

Odstotek plesnivih storžev se med obema enotama ni bistveno razlikoval (slika 1 in 2). Razen v letih 1998 in 1999 je bilo v mogoče v enoti 2 skozi vsa leta zaznati nekoliko manjši odstotek plesnivih storžev.

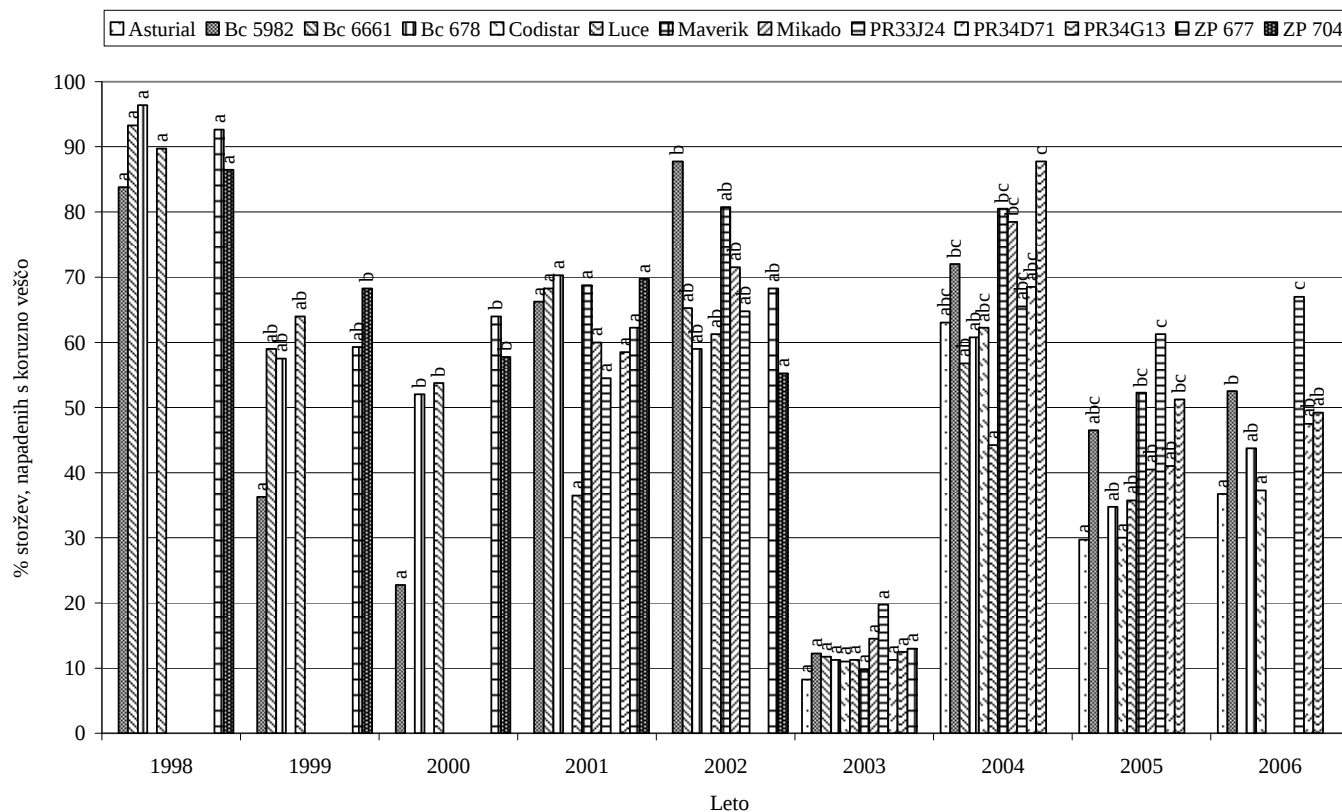


Slika 3: Odstotek polomljenih rastlin pod storžem 13 hibridov koroze po posameznih letih v obdobju 1998-2006 v enoti 1

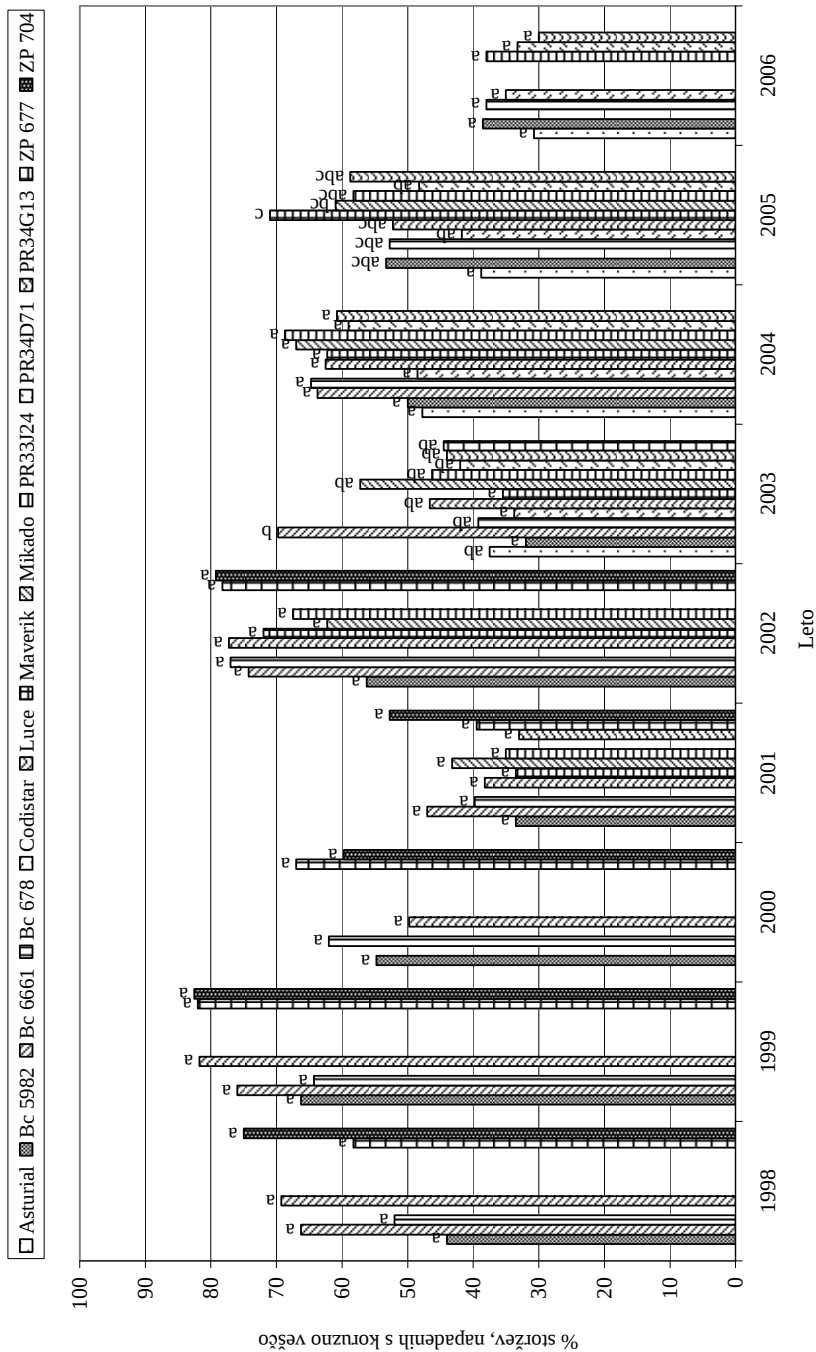


Slika 4: Odstotek polomljenih rastlin pod storžem 13 hibridov koruze po posameznih letih v obdobju 1998-2006 v enoti 2

Tudi odstotek polomljenih rastlin se med obema enotama ni pomembno razlikoval (slika 3 in 4). V letih 1998 in 2002 je bil odstotek polomljenih rastlin v enoti 1 nekoliko višji kot v drugih letih.



Slika 5: Odstotek storžev 13 hibridov korusze po posameznih letih v obdobju 1998-2006 napadenih od koruszne vešče (*Ostrinia nubilalis*) v enoti 1



Slika 6: Odstotek storžev 13 hibridov koruze po posameznih letih v obdobju 1998-2006 napadenih od koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis*) v enoti 2

Odstotek storžev, napadenih z gosenicami koruzne vešče, je med leti močnejše nihal, tako med hibridi kot med leti. V enoti 1 smo največji napad ugotovili leta 1998, ko je imel vsak hibrid poškodovanih vsaj 80 % storžev. Zelo velik napad škodljivca

ugotavljamo tudi leta 2004. Najmanjši napad preučevane žuželke smo ugotovili leta 2003; delež poškodovanih storžev je bil tedaj pod 20 %. Takšen rezultat lahko delno utemeljimo z vremenskimi razmerami v omenjenih letih. Namreč, v letih 1998, 2000 in 2004 je bilo zelo veliko padavin, v letih 1999, 2001, 2003, 2005 in 2006 pa je bila množina padavin manjša. Najmanj padavin je bilo leta 2003, hkrati pa je bila v istem letu izmerjena največja povprečna letna temperatura.

Preglednica 2: Korelacije med tremi preučevanimi parametri za enoti 1 in 2

Parameter		Enota 1			Enota 2		
		Odstotek plesnivih storžev	Odstotek polomljenih rastlin	Odstotek storžev z veščo	Odstotek plesnivih storžev	Odstotek polomljenih rastlin	Odstotek storžev z veščo
Odstotek plesnivih storžev	r		0,3072	0,4027		0,0018	0,1763
	n		(304)	(304)		(303)	(303)
	P		0,0000	0,0000		0,9756	0,0021
Odstotek polomljenih rastlin	r	0,3072		0,3945	0,0018		0,1520
	n	(304)		(304)	(303)		(303)
	P	0,0000		0,0000	0,9756		0,0081
Odstotek storžev z veščo	r	0,4027	0,3945		0,1763	0,1520	
	n	(304)	(304)		(303)	(303)	
	P	0,0000	0,0000		0,0021	0,0081	

Legenda: r – koeficient korelacije, n – število vzorcev, P - tveganje

Podatke iz vseh let smo za vsako posamezno enoto združili in izračunali korelacije. V enoti 1 so se med posameznimi parametri vse povezave izkazale kot statistično signifikantne (preglednica 2). Največja povezava se je izrazila med odstotkom plesnivih storžev in med odstotkom storžev z veščo ter med odstotkom polomljenih rastlin in odstotkom storžev z veščo. Nekoliko šibkejša povezava pa je bila ugotovljena med odstotkom polomljenih rastlin in odstotkom plesnivih storžev. V enoti 2 se tako močne povezave niso izrazile.

4 Sklepi

Na podlagi analize rezultatov večletnega ocenjevanja poskusov z večimi hibridi koruze ugotavljamo, da:

- je odstotek napadenih storžev z gosenicami koruzne vešče močno nihalo po letih ter med obema enotama (znašal je od 8,3 do 96,4 odstotkov);
- smo v enoti 1 potrdili povezavo med odstotkom napadenih storžev z gosenicami koruzne vešče in odstotkom plesnivih storžev ter med odstotkom napadenih storžev in odstotkom polomljenih rastlin, medtem ko se v enoti 2 takšna povezava ni izrazila;
- je bil odstotek storžev, napadenih s koruzno veščo, veliko večji od odstotka plesnivih storžev ter polomljenih rastlin. Odstotek plesnivih storžev je bil skozi vsa leta pri večini hibridov nižji od 20 %, odstotek polomljenih rastlin pa je bil pri večini hibridov nižji od 30 %, medtem ko se je odstotek storžev napadenih s koruzno veščo, povprečno gibal med 35 pa tja do 90 %.

5 Literatura

- Gomboc S. 2003. Pomembnejši škodljivci koruze in krompirja. *Sodobno kmetijstvo*, 36, 4: 13-16
- Gomboc S., Milevoj L., Celar F. 1996. Aktualna problematika koruzne vešče (*Ostrinia nubilalis* Hbn.) v pridelavi koruze v Sloveniji. V: *Novi izzivi v poljedelstvu '96: zbornik simpozija*, [Radenci, 9. in 10. decembra 1996]. Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 279-285
- Poženel A. 1994. Izbor hibridov koruze. *Kmečki glas*, 62, 10: 11-13
- Urek G., Milevoj L. 1994. Koruzna vešča. *Kmečki glas*, 51, 3: 12

Tehnični aspekti izbranih strojev za zatiranje odraslega koruznega hrošča

Tomaž POJE¹, Tone GODEŠA¹, Denis STANJKO², Viktor JEJČIČ¹, Gregor UREK¹, Špela MODIC¹, Gregor LESKOŠEK³, Majda RAK – CIZEJ³, Matjaž SAGADIN², Miran LAKOTA²

Izvleček

Širitev koruznega hrošča prinaša nove zahteve za stroje za aplikacijo insekticidov. Zatiranje odraslega koruznega hrošča je oteženo zaradi višine kornice v juliju in avgustu. Predstavljene so eksploatacijske karakteristike pršilnika s topom in škropilnice z visoko nameščenimi škropilnimi letvami in cevni podaljški. Ventilator je pri pršilniku velik porabnik pogonske moči (1. prestava 31,4 kW, 2. prestava 54,9 kW). Škropilnica daje dobro škropilno sliko, ima pa relativno majhno delovno širino. Pri obeh aplikacijah nastopajo tudi izgube kornice zaradi prehodov strojev.

Ključne besede: koruzni hrošč, varstvo, pršilnik s topom, škropilnica z visoko nameščenimi škropilnimi letvami in cevni podaljški

Technical aspects of machines chosen for the control of adult Western Corn Rootworm

Abstract

The appearance of western corn rootworm brings new challenges to machines used for pesticide spraying. The control of western corn rootworm is difficult due to the height of maize crop in July and August. The current paper presents the exploitation characteristics of mistblower with cannon and sprayer with high installed spraying boom and hose drops with distribution nozzles. The ventilator of mistblower is a big consumer of driving power (the first speed of multiplier is 31.4 kW; the second one is 54.9 kW). The sprayer presents a good distribution pattern, but it has a relatively small working width. Both applications provoke maize losses due to machine passage.

Key words: western corn rootworm, control, mistblower with cannon, sprayer with high installed spraying boom and hose drops with distribution nozzles

1 Uvod

Varstvo kornice pred koruznim hroščem temelji na posrednih in neposrednih ukrepih. Med posredne ukrepe sodi ustvarjanje razmer za zdravo rast rastlin tako, da bi kornica lažje prenesla napad koruznega hrošča. Taki ukrepi so: izbira rastišča, agrotehnični ukrepi, kolobar, izbira sort, gojenje tolerantnih hibridov, zatiranje plevelov in samonikle kornice, obdelava tal, gnojenje. Neposredni varstveni ukrepi so usmerjeni direktno na koruznega hrošča.

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, SI – 1000 Ljubljana

² Fakulteta za kmetijstvo, Vrbanška 30, SI – 2000 Maribor

³ Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta žalskega tabora 2, SI – 3310 Žalec

Neposredni varstveni ukrepi zatiranja koruznega hrošča so biotehniški, biotični in kemični. Kemično zatiranje koruznega hrošča se izvaja na več načinov. Zatiramo tako ličinke kot odraslega koruznega hrošča. Pri zatiranju ličink je možna uporaba tretiranega semena z ustreznim insekticidom, nadalje aplikacija insekticidov z uporabo mikrogranulatorjev na sejalicah. Odraslega koruznega hrošča zatiramo s pomočjo specialnih izvedb škropilnic (pršilnikov). Cilj prispevka je predstaviti prve izkušnje s stroji za zatiranje odraslega koruznega hrošča v Sloveniji.

2 Material in metode dela

V raziskavi smo uporabili dva različna stroja. Prvi je bil pršilnik s pršilnim topom, drugi pa njivska škropilnica z visoko nameščenimi škropilnimi letvami in cevnimi podaljški.



Slika 1: Škropilnica z visoko nameščenimi škropilnimi letvami in cevnimi podaljški ter pršilnik s pršilnim topom

Merilna veriga za ugotavljanje potrebne moči za pogon strojev preko priključne gredi traktorja je bila sestavljena iz treh delov: a) dajalniki (senzorji), b) merilni ojačevalnik, c) PC računalnik. Za meritve navora in vrtilne frekvence na priključni gredi traktorja smo uporabili dinamometer T30FN Hottinger Baldwin Messtechnik, nazivne vrednosti 2000 Nm. Merilni mostični računalniško krmiljen ojačevalnik SPIDER 8, Hottinger Baldwin Messtechnik, smo uporabili za ojačanje merilnega signala in zbiranje podatkov, pridobljenih z meritvami. Za zajem podatkov smo uporabili merilni program Catman Hottinger Baldwin Messtechnik, dobljeni rezultati pa so statistično obdelani s programom Excel. Frekvenca vzorčenja merjenega signala je bila 10 Hz, dolžina posamezne meritve pa odvisna od časovnega poteka dela s strojem. Iz rezultatov meritev navora in vrtilne frekvence je bila izračunana moč za pogon. Kakovost škropljenja (pršenja) smo ugotavljali z lističi občutljivimi na vodo, ki smo jih analizirali po standardni metodi.

3 Rezultati z diskusijo

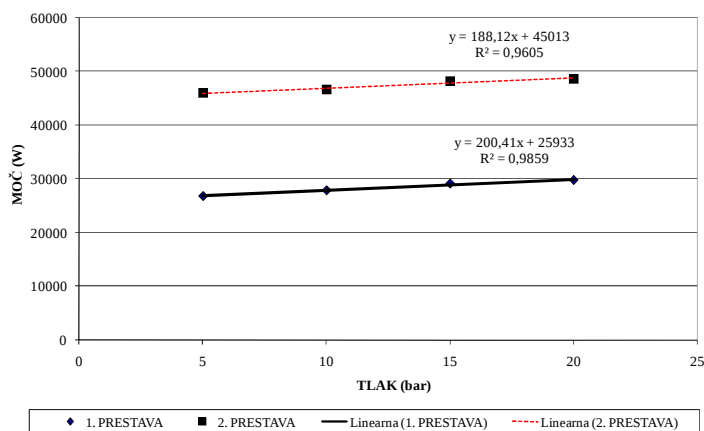
3.1. Potrebna moč za pogon

Pri pršilniku je ventilator velik porabnik moči (energije). Za sam zagon pršilnika je bil v prvi postavi ventilatorja izmerjen maksimalen navor 818 Nm in največja potrebna moč 46.8 kW.

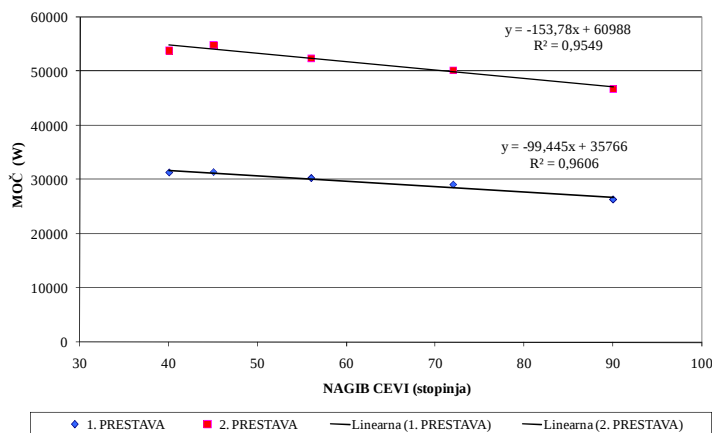
V drugi prestavi ventilatorja je bil zagonski navor 1142 Nm, ob tem pa je izmerjena potrebna zagonska moč 68 kW. Pri normalnem obratovanju pršilnika je v prvi prestavi izmerjen povprečen navor 531 Nm, v drugi prestavi pa 947 Nm. Povprečna potrebna moč v prvi prestavi ventilatorja znaša 31,4 kW, v drugi prestavi pa 54,9 kW.

Izvedene so bile meritve potrebne moči za pogon pri različnem tlaku črpalke. Tlak smo menjali od 5 do 20 bar-ov, z razmakom po 5 bar. Meritve so opravljene tako v nižji kot v višji prestavi multiplikatorja. Iz posameznih meritev je izračunana povprečna moč za posamičen tlak in prestavno razmerje. Iz teh vrednosti je nato izračunana linearna regresija za obe prestavi multiplikatorja. Obe regresiji imata zelo visok R^2 , ki je nad 0,96. Na sliki 2 vidimo, kako raste potrebna moč glede na večanje tlaka.

Pršilnik ima premičen top, ki se mu lahko nastavlja naklon glavne cevi in naklon izhodnega ustja. Izvedli smo meritve pri različnih prestavah ventilatorja in pri nagibu glavne cevi topa med 40 in 90 stopinjami. Izhodno ustje je bilo vedno nastavljeno vodoravno. Iz posamičnih meritev je izračunana povprečna moč, nato pa še skupna linearna regresija. Na sliki 3 vidimo, kako z naraščanjem kota naklona glavne cevi pada potrebna moč za pogon ventilatorja.

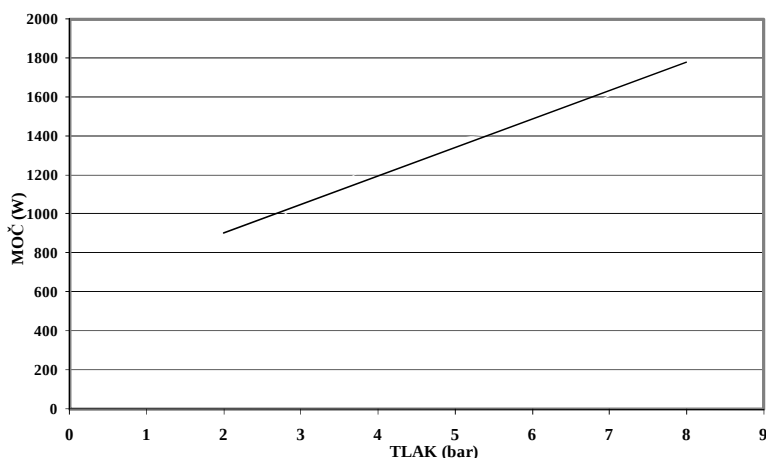


Slika 2: Potrebna moč za pogon pršilnika glede na tlak in prestavo multiplikatorja



Slika 3: Potrebna moč za pogon ventilatorja pršilnika glede na naklon glavne cevi topa in glede na prestavo multiplikatorja

Na sliki 4 je potrebna moč za pogon črpalke pri različnih delovnih tlakih na škropilnici z visoko nameščenimi škropilnimi letvami in cevni podaljški.



Slika 4: Potrebna moč za pogon črpalke na škropilnici

3.2. Kakovost nanosa škropiva

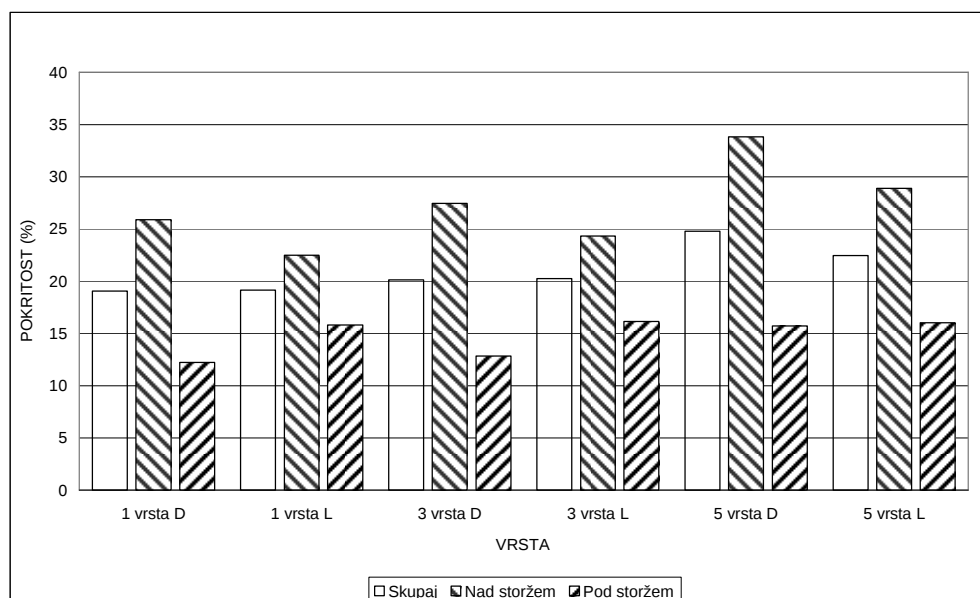
Ugotavljali smo učinkovitost pršenja pri porabi vode 500 l/ha. Vsi izmerjeni dejavniki so ob uporabljenih nastavitvah in režimu dela pršilnika s pršilnim topom pokazali, da prebojnost zračnega curka (in s tem pršiva) skozi koruzne rastline po 8. vrsti pade. V 11. vrsti znaša pokritost le še slabih 10%, kar ima glede na dosedanje izkušnje premajhen biotični učinek na odraslega koruznega hrošča. Zračni curek in pršivo pa seže vse tja do 32. vrste korusze.

Preglednica 1: Pokritost lističev, občutljivih na vodo, s kapljicami pri pršenju s pršilnikom

Vrsta	Pokritost (%)		
	Skupaj	Nad storžem	Pod storžem
2	53,66	69,70	37,61
5	40,43	48,87	31,99
8	39,73	41,78	37,67
11	5,88	6,58	5,18
14	0,35	0,34	0,35
17	0,20	0,26	0,14
20	0,56	0,67	0,45
23	0,43	0,55	0,31
26	0,20	0,26	0,14
29	0,07	0,07	0,06
32	0,04	0,04	0,04

Prav tako smo ugotavljali učinkovitost škropljenja s škropilnico z visoko nameščenimi škropilnimi letvami pri porabi vode 500l/ha. Iz slike 6 se lepo vidi enakomerna razporejenost škropiva po celotni delovni širini tako na levi kot desni polovici škropilne armature. Ravno tako se, iz na vodo občutljivih merilnih lističev, vidi, da so nad storžem v vseh vrstah bolj pokriti s kapljicami kot pa pod storžem. Škropljenje se je v primerjavi s pršilnikom pokazalo

kot zelo zanesljiva in natančna metoda za zatiranje odraslega koruznega hrošča, je pa delovna širina relativno majhna.



Slika 6: Pokritost lističev občutljivih na vodo s kapljicami pri škropljenju

3.3. Izgube zaradi prehodov

Pri zatiranju odraslega koruznega hrošča povozimo najmanj 2 vrsti kornu. Škoda je odvisna od klirensa traktorja in od olesenelosti koruznih stebel, od termina prehoda, delovne širine škropilnice, širine parcele.

Preglednica 2: Teoretični delež izgub v odstotkih, zaradi voznihi poti pri različnih medvrstnih razdaljah in delovnih širinah škropilnice

Medvrstna razdalja (cm)	Delež izgub (%)				
	Delovna širina škropilnice (m)				
	10 m	12 m	18 m	24 m	36 m
62,5	12,5 %	10,4 %	6,9 %	5,2 %	3,5 %
66	13,2 %	11,0 %	7,3 %	5,5 %	3,7 %
70	14,0 %	11,7 %	7,8 %	5,8 %	3,9 %
75	15,0 %	12,5 %	8,3 %	6,3 %	4,2 %

4 Sklepi

Varstvo kornu pred odraslim koruznim hroščem se zaradi visoke kornu v mesecu juliju in avgustu ne da izvajati z običajnimi stroji za varstvo rastlin. Prilagojene škropilnice in pršilniki

sicer omogočajo dovolj kvalitetno aplikacijo insekticidov, problematična pa je njihova relativno majhna delovna širina in izgube pridelka koruze, ki nastopi zaradi prehoda traktorja in škropilnice (pršilnika). Adaptirani stroji za aplikacijo škropiva so sicer na trgu dostopni, niso pa še našli svojega mesta med uporabniki, ki lažje problematiko koruznega hrošča rešujejo s kolobarjem, z insekticidi obdelanim semenom koruze ali uporabo mikrogranulatorjev za insekticide na koruznih sejalcih.

Pršilnik s pršilnim topom je zaradi ventilatorja relativno velik porabnik pogonske moči, nanos škropiva v habitus koruze je odvisen tudi od nastavitve naklona izstopnega ustja. Škropilnica z visoko nameščenimi škropilnimi letvami daje enakomerno škropilno sliko, limitirajoča je relativno majhna delovna širina.

5 Literatura

- Dobrinčič, R.; Igrc Barčič, J.; Edwards R.C. 2002. [Utvrdjanje štetnosti ličinki kukuruzne zlatice \(*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte\) u uvjetima Hrvatske](#) Agriculturae Conspectus Scientificus (ACS), 1 (67): 1 – 9
- Godeša, T. 2007. Zatiranje koruznega hrošča. Kmetovalec, 1 (75): 10-12
- Ivezić, M.; Majić, I.; Raspudić, E.; Brmež, M.; Prakatur, B. 2006. Značaj kukuruzne zlatice u ponovljenom uzgoju kukuruza, Poljoprivreda 1 (12) Poljoprivredni fakultet u Osijeku : 35 - 40
- Leskošek, G.; Godeša, T.; Rak – Cizej, M. 2007. Possibilities for control of the western corn rootworm adults (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) with different application techniques. 8.slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, 6-7. marec 2007, Radenci. Izvlečki referatov. Ljubljana, Društvo za varstvo rastlin Slovenije, : 36- 37
- Modic, Š.; Knapič, M.; Urek, G. 2007. Population dynamics of the western corn rootworm (*Diabrotica v. virgifera*) in Slovenia. 8.slovensko posvetovanje o varstvu rastlin, 6-7. marec 2007, Radenci. Izvlečki referatov. Ljubljana: Društvo za varstvo rastlin Slovenije : 70-71
- Poje, T.; Godeša, T.; Jejčič, V.; Urek, G.; Modic, Š.; Leskošek, G.; Rak – Cizej, M.; Sagadin, M.; Lakota, M. 2007. Pršilnik s pršilnim topom Unigreen APC 1000. Tehnika in narava 3 (11), ČZD Kmečki glas, 11: 25-27
- POJE, Tomaž, GODEŠA, Tone, JEJČIČ, Viktor, UREK, Gregor, MODIC, Špela, LESKOŠEK, Gregor, RAK CIZEJ, Magda, SAGADIN, Matjaž, LAKOTA, Miran. Škropilnica Agromehanika AGS 1000 EN z visoko nameščenimi škropilnimi letvami. *Teh. narava*, 2008, letn. 12, št. 1, str. 10-12,
- Rosner, J.; Foltin, K.; Pichler, H.; Neururer, H.; Rödler, G. 2005 Der Maiswurzelbohrer in Österreich und Strategien seiner Bekämpfung.
- http://root.lako.at/versuche/pflanzenbau/pfls_dueng/diabrotica_2005.pdf
- Urek, G.; Modic, Š. 2004. Occurrence of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* le Conte) in Slovenia. *Acta agriculturae Slovenica* 1 (83): 5-13

Podnebne spremembe ter sušnost v Sloveniji

Andrej CEGLAR¹⁰⁴, Zalika ČREPINŠEK¹⁰⁵, Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ¹⁰⁶

Izvleček

Meteorološka suša je ponavljajoč se naravni pojav, ki je značilen za vse vrste podnebnih tipov, odvisna pa je izključno od stopnje primanjkljaja padavin v določenem časovnem okviru. Pri suši je težje kot pri ostalih ekstremnih vremenskih pojavih določiti njene lastnosti, kot so trajanje ter intenziteta. V tem segmentu so precej uporabni različni sušni indeksi, s katerimi sušo sistematično opredelimo. V naši študiji je bil uporabljen standardiziran padavinski indeks (SPI), s katerim lahko določimo trajanje ter intenziteto meteorološke suše. Obe sušni lastnosti smo analizirali na treh klimatsko različnih območjih v Sloveniji (Bilje, Murska Sobota in Ljubljana). Narejena je bila shematska primerjava med sušnostjo v obdobjih 1971–2000 ter 2071–2100, pri čemer so uporabljene klimatske napovedi padavin rezultat evropskega projekta PRUDENCE. Rezultati primerjave kažejo na pomembne spremembe v padavinskih vzorcih; poudariti velja predvsem sušnejša poletja ter dolgotrajnejše suše ob koncu stoletja. Pri medsebojni primerjavi vseh treh postaj smo najbolj izrazite spremembe zaznali v Biljah.

Ključne besede: podnebne spremembe, meteorološka suša, regionalni klimatski modeli

Climate change and related drought spells in Slovenia

Abstract

Meteorological drought is a recurrent natural phenomenon, typical for majority of climate types of the world. It depends only on precipitation deficiency over some time period. Drought characteristics, like duration and intensity, are very difficult to determine. Meteorological drought is therefore often described in terms of drought indices, which are simple to use and simultaneously absorb great amount of precipitation data. We used standardized precipitation index (SPI) in analysis of drought occurrence and intensity in future climate. A schematic comparison between drought occurrence in today's (1971–2000) and future climate (2071–2100) was done for three climatologically different locations in Slovenia (Bilje, Murska Sobota and Ljubljana). We used precipitation estimations from regional climate models, which are a part of European project PRUDENCE, to calculate future series of SPI. Comparison shows quite a big changes in precipitation patterns on these locations; summer droughts are likely to occur more often and become more persistent in future climate. This can especially be seen in the case of Bilje, which is situated in Mediterranean part of Slovenia.

Key words: climate change, meteorological drought, regional climate models

1 Uvod

Kmetijstvo lahko prizadanejo različni dogodki, med njimi so najbolj izpostavljeni vremenski. Številna neurja lahko v zelo kratkem času predvsem v poljedelstvu povzročijo veliko škodo. Suše pa poljedelce ne prizadanejo naenkrat, temveč se njihov vpliv akumulira skozi daljše obdobje, škoda pa je lahko ravno tako velika v primerjavi z ostalimi vremenskimi nevšečnostmi. Razlog za to je v prostorski razporeditvi ekstremnih vremenskih dogodkov; suša ponavadi prizadane večja geografska območja, medtem ko se neurja z morebitno točo in vetrom pojavljajo v pasovih. Med sušnimi leti tako izstopa leto 2003, ko je suša prizadela celotno (poljedelsko aktivno) območje Slovenije in povzročila veliko škodo v kmetijstvu (ta je znašala okrog 103 milijone evrov).

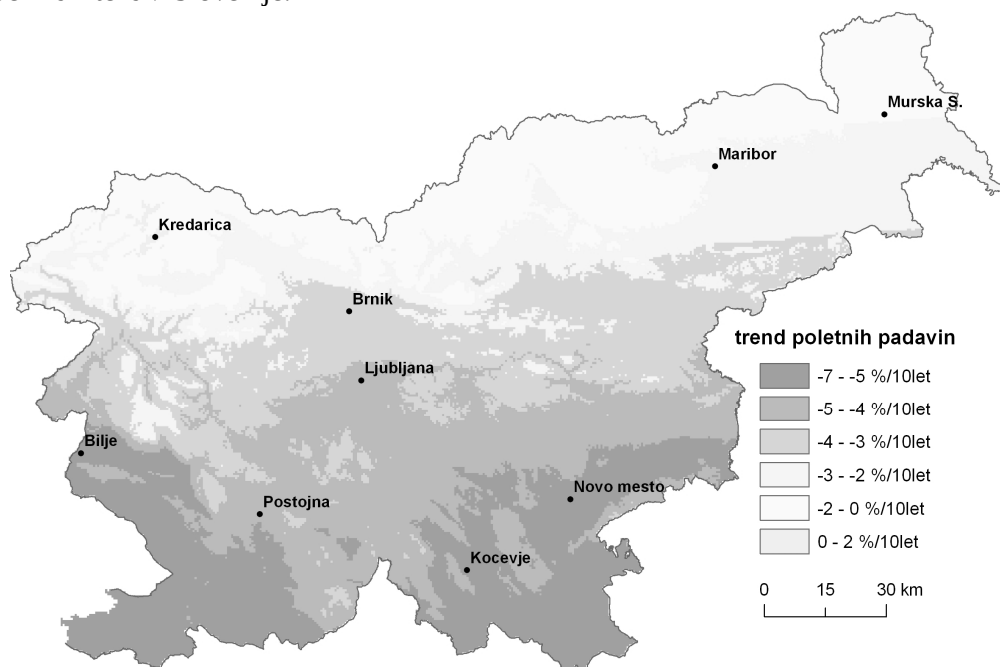
¹⁰⁴ univ. dipl. meteor., Biotehniška fakulteta, p.p.95, 1000 Ljubljana, e-pošta: andrej.ceglar@bf.uni-lj.si

¹⁰⁵ dr., Biotehniška fakulteta, p.p.95, 1000 Ljubljana

¹⁰⁶ dr., Biotehniška fakulteta, p.p.95, 1000 Ljubljana

Suša je normalna, ponavljajoča se značilnost vseh podnebnih tipov na Zemlji. Poznamo 4 različne vrste suš (meteorološka, kmetijska, hidrološka ter socialno-ekonomska), vsem pa je skupno to, da je njihov razvoj odvisen od pomanjkanja padavin nad določenim geografskim območjem. Meteorološka suša je odvisna izključno od stopnje pomanjkanja padavin, ovrednotimo pa jo glede na klimatološko količino padavin (primerjava z vsaj 30-letnim povprečjem količine padavin za določeno obdobje). Součinek daljšega pomanjkanja padavin, visokih temperatur ter nizke vlažnosti pomembno vpliva na rast in razvoj rastlin in s tem na kmetijski pridelek. V tem primeru govorimo o kmetijski suši. Izrazit primanjkljaj padavin na daljših časovnih skalah (pol leta in več) pa lahko povzroči hidrološko sušo, za katero je značilen upad gladine nadzemnih ter podzemnih vodnih teles. Socialno ekonomska suša se nanaša na stanje, ko pomanjkanje vode vpliva na ljudi (npr. pomanjkanje pitne vode iz podtalnice) ter njihov način življenja.

V zadnjih desetletjih je frekvenca sušnih dogodkov v Sloveniji narasla. Suša je v največji meri odvisna od količine ter razporeditve padavin. Raziskave kažejo, da se količina padavin v Sloveniji na letni ravni značilno ne spreminja, je pa vse bolj izrazita sezonska prerazporeditev padavin (Kajfež in sod., 2007). Zaznaven je upad količine padavin v obdobju, ko so rastline od njih najbolj odvisne (pozno spomladi ter poleti), naraščanje pa v jeseni. Slika 1 nam prikazuje izrazitost trenda upadanja količine padavin po Sloveniji; ta najhitreje upada v predelih JZ ter JV Slovenije.



Slika 1 : Trend spreminjanja količine poletnih padavin v obdobju 1971-2006 v odstotkih glede na povprečje 1971-2006 na izbrani lokaciji.

V nadaljevanju je prikazana analiza meteorološke suše na treh klimatsko različnih območjih Slovenije (Bilje z zmerno-sredozemsko klimo ter Ljubljana in Murska Sobota z zmerno celinsko klimo). Meteorološko sušo lahko opišemo z različnimi sušnimi indeksi, kot je npr. standardiziran padavinski indeks (SPI), ki smo ga uporabili tudi v naši analizi. SPI je preprost

za uporabo ter izračun, hkrati pa absorbira ogromno količino podatkov o količini padavin. SPI smo uporabili za analizo sušnosti v preteklosti, poleg tega pa tudi za ocenjevanje ter primerjavo pojavnosti suše v spremenjenih klimatskih razmerah na osnovi napovedane količine padavin regionalnih klimatskih modelov (PRUDENCE, 2008).

2 Materiali in metode

Najprimernejše orodje za monitoring ter frekvenčno analizo pojavnosti suše predstavljajo sušni indeksi. Za izračun so največkrat primerni ravno tisti, katerih vhodni podatki predstavljajo le padavine, saj imamo za njih ponavadi dostopen daljši niz meritev. Ko govorimo o kmetijski suši, samo podatki o količini padavin ne odražajo sušnih razmer najboljše, služijo pa kot strokovna rešitev na območjih, kjer drugih meritev ni (Tate in Gustard, 2000). V študiji smo meteorološko sušo analizirali s SPI, ki je trenutno eno najpogostejše uporabljenih orodij za monitoring suše v svetu. Za njegov izračun potrebujemo čim daljši niz mesečnih padavinskih vsot. Pri analizi meteorološke suše smo zato uporabili podatke iz arhivov Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO), pri napovedih pa izračune klimatskih modelov, ki so rezultat Evropskega projekta PRUDENCE (Prediction of Regional scenarios and Uncertainties for Defining European Climate change risks and Effects). V okviru projekta je bil narejen niz scenarijev klimatskih sprememb za konec tega stoletja (obdobje 2071 – 2100). Izračuni so bili narejeni za področje celotne Evrope na podlagi mreže 50 km × 50 km. Karakterizirajo variabilnost ter interval zaupanja v teh scenarijih kot funkcijo negotovosti modelske formulacije, naravne klimatske variabilnosti ter alternativnih scenarijev sestave atmosfere, ki temeljijo na možnih emisijah toplogrednih plinov v prihodnosti. V naši študiji smo uporabili SRES emisijska scenarija A2 ter B2 (IPCC, 2007).

Skupina A2 scenarijev predstavlja zelo raznolike razmere na različnih predelih sveta, poudarek pa je na samostojnosti ter ohranjanju lokalnih identitet. Omenjeni scenarij predvideva hitro rast prebivalstva tekom celotnega 21. stoletja. Gospodarski razvoj je usmerjen regionalno, porast dohodka na prebivalstvo ter tehnološki razvoj pa naj bi bila prostorsko neenotna ter počasnejša v primerjavi z ostalimi scenariji. Raznolikost med posameznimi deli sveta naj bi se povečala.

Skupina B2 scenarijev poudarja lokalne rešitve za gospodarsko, socialno ter okoljsko trajnost. Upošteva stalno rast prebivalstva v 21. stoletju, vendar v manjši meri, kot v skupini A2. Stopnja tehnološkega razvoja glede na ostale scenarije je srednja; scenarij je orientiran k zaščiti okolja in socialni enakosti, pri tem pa je osredotočen na regionalni nivo.

V študiji smo uporabili rezultate različnih regionalnih klimatskih modelov (RCM) znotraj projekta PRUDENCE. Osnovo za ocenjevanje klimatskih sprememb predstavljajo Globalni Cirkulacijski Modeli (GCM), ki upoštevajo SRES scenarije emisij. Žal je zanesljivost rezultatov GCM manjša v regionalni skali zaradi njihove slabe prostorske ločljivosti. GCM v splošnem upoštevajo, da je globalna klima posledica porazdelitve sončnega obsevanja na Zemlji, vrtenja Zemlje ter porazdelitve večjih struktur zemeljskega površja (menjava kopnega in morja, ...). Ker pa je regionalna klima odziv globalne klime na lastnosti površja (reliefna razgibanost, vegetacija, ...), z GCM ne moremo dovolj dobro opisati regionalnih klimatskih značilnosti. Problem obidemo z RCM, katerih horizontalna ločljivost omogoča ovrednotenje vpliva globalne klime na lokalno. Ti jemljejo vhodne podatke na mejah prostorske domene (robni pogoji), namenjene izračunu, direktno iz GCM. PRUDENCE navaja rezultate 20

regionalnih klimatskih modelov, ki pripadajo različnim inštitucijam širom po Evropi. Za našo študijo smo uporabili rezultate treh RCM v tem sklopu: Arpege (Nacionalni center za raziskave v meteorologiji v Franciji), RegCM (Mednarodni center za teoretično fiziko v Italiji) ter HIRHAM (Danski meteorološki inštitut). Robne pogoje pri vseh treh RCM je dostavil globalni klimatski model HadAM3H, ki pripada Hadleyevemu centru za klimatske raziskave ter napovedi v Veliki Britaniji.

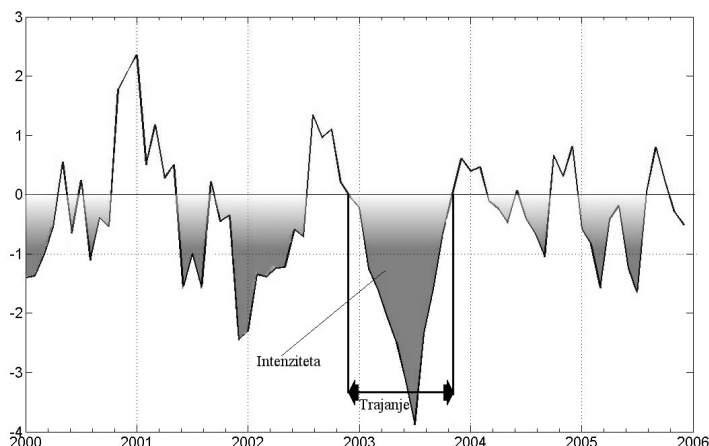
2.1 Standardiziran padavinski indeks (SPI)

SPI nam omogoča določevanje pogostosti ekstremno sušnih oz. ekstremno mokrih dogodkov na določeni časovni skali za katerokoli lokacijo, ki ima arhiviran padavinski niz podatkov. Z njim lahko ovrednotimo presežke oz. primankljaje padavin na različnih časovnih skalah, kar nam omogoča določevanje vpliva padavinskega primankljaja oz. presežka na razpoložljivost vodnih zalog pri različnih vodnih virih. Postopek izračuna indeksa je precej zapleten, zato na tem mestu navajamo le kratek opis metode za izračun (za podrobnosti glej npr. Ceglar in Kajfež-Bogataj, 2008). Postopek izračuna indeksa se začne z iskanjem parametrov porazdelitve mesečnih količin padavin, za katero se predpostavlja gama porazdelitev (Thom, 1966). Z izračunanimi parametri določimo kumulativno verjetnost za opazovan padavinski dogodek za izbrano časovno skalo (to ponavadi navedemo kot število mesecev) ter mesec v letu. Kumulativno verjetnost je nato potrebno pretvoriti v standardizirano normalno naključno spremenljivko Z s povprečjem 0 ter varianco 1, kar je nato vrednost indeksa SPI. Pojemovno tako SPI predstavlja število standardnih odklonov padavinskega dogodka pod oz. nad povprečjem, kjer je SPI enak 0 (Panofsky in Brier, 1958).

S SPI kot indikatorjem je določena operativna definicija suše. Posamezen sušni dogodek se začne, ko je vrednost SPI neprekinjeno negativna ter pade pod -1 in traja toliko časa, dokler se vrednost SPI v časovni vrsti zopet ne dvigne nad 0 (NDMC, 2008). Intenziteta sušnosti (DM) je enolično določena kot vsota absolutnih vrednosti indeksa med trajajočim sušnim dogodkom (McKee in sod., 1993):

$$DM = -\left(\sum_{j=1}^x SPI_{ij}\right),$$

kjer se j začne s prvim sušnim mesecem ter konča ob koncu sušnega dogodka (slika 2). Klasifikacijo suše glede na vrednost SPI ter kumulativno verjetnost za pojav dogodka podaja Preglednica 16.



Slika 2: Indeks SPI (na trimesečni časovni skali) za Bilje med leti 2000 ter 2006. Na sliki je ponazorjen izračun trajanja sušnega dogodka. Intenziteta suše je enaka površini med osjo x (vrednostjo SPI indeksa 0) ter krivuljo indeksa SPI.

4 Rezultati z diskusijo

4.1. Kalibracija modelskih napovedi

Rezultati izračuna klimatskih modelov predstavljajo mesečne vrednosti količine padavin ob koncu tega stoletja (2071-2100). Del vsakega modelskega zagona je tudi t.i. kontrolni zagon, ki je namenjen simulaciji klime v preteklosti. Tako lahko klimatske modele nad določenim območjem tudi verifikiramo. Analizo sušnosti v Sloveniji smo začeli z verifikacijo modelov na treh klimatsko različnih območjih v Sloveniji: Bilje, Ljubljana ter Murska Sobota. Verifikacijo za omenjena območja smo naredili za obdobje 1971-2000 s pomočjo izmerjenih padavin na teh postajah. Vsi klimatski modeli količino padavin na omenjenih območjih podcenjujejo predvsem poleti, pozimi pa so ujemanja nekoliko boljša; izračune smo zato kalibrirali z utežnostnim faktorjem, ki je enak razmerju izmerjene količine mesečnih padavin ter simuliranih padavin s klimatskim modelom.

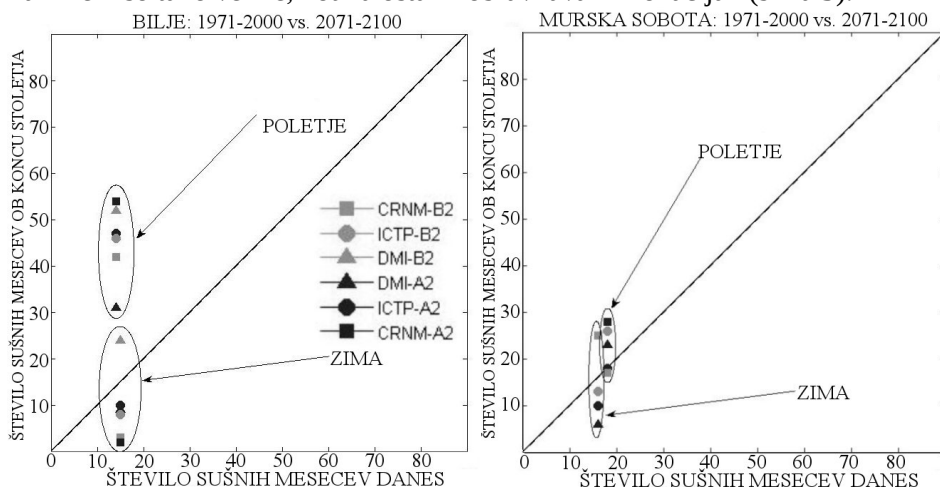
Preglednica 16: Klasifikacija suše ter pripadajoča verjetnost za pojav sušnega dogodka pri SPI

SPI	Klasifikacija	Verjetnost (%)
2,00 ali več	ekstremno mokro	2,3
1,50 do 1,99	zelo mokro	4,4
1,00 do 1,49	zmerno mokro	9,2
0 do 0,99	normalno	34,1
0 do -0,99	normalno	34,1
-1 do -1,49	zmerna suša	9,2
-1,50 do -1,99	huda suša	4,4
-2,00 ali manj	ekstremna suša	2,3

4.2. Vpliv klimatskih sprememb na meteorološko sušo v Sloveniji

Vpliv klimatskih sprememb na karakteristike sušnih dogodkov smo ovrednotili s pomočjo indeksa SPI. Prednost tega indeksa pred drugimi sušnimi indeksi je predvsem v tem, da ima prilagodljivo časovno skalo za kalibracijo samega indeksa. To je še posebej koristno v primeru, ko preučujemo vpliv klimatskih sprememb na vzorce sušnosti v spremenjenih padavinskih razmerah. Indeks SPI smo kalibrirali na osnovi izmerjenih padavin v obdobju 1961–2000, časovno vrsto pa smo izračunali za obdobje 1961–2100 (zraven smo vključili še padavine iz klimatskih modelov, ki smo jih predhodno kalibrirali). S tem načinom lahko primerjamo, kam bi količino in sezonsko razporeditev padavin ob sušnih dogodkih ob koncu stoletja uvrstili danes.

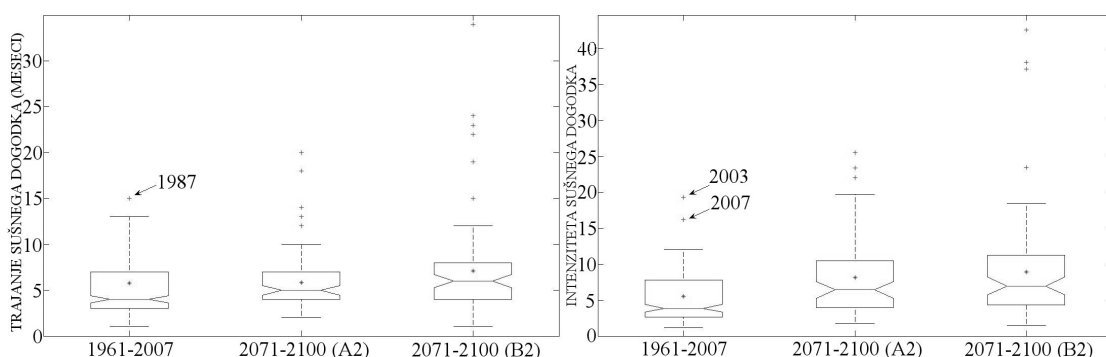
Vsi obravnavani modelski izračuni predpostavljajo, da naj bi se na omenjenih lokacijah poletna količina padavin zmanjšala (najbolj v Biljah), zimska pa nekoliko povečala. Slednje ugotovitve povečujejo sušno tveganje poleti, ki je najbolj očitno ravno v delu Slovenije, ki je pod vplivom sredozemske klime. Slika 3 prikazuje spremembo števila sezonskih suš ob koncu stoletja za Bilje. Sušni indikator v tem primeru je indeks SPI na tri-mesečni časovni skali. Vsi obravnavani RCM dajejo jasen signal povečanja števila poletnih suš pri obeh scenarijih. Variabilnost je nekoliko večja pozimi, kjer po scenariju A2 število sušnih zim po vseh modelih sodeč upada. Pri številu sušnih poletij se največja razhajanja kažejo pri Ljubljani, kjer je vidna bolj jasna razlika med scenarijema A2 ter B2; scenarij A2 pri Ljubljani kaže na precej bolj sušna poletja, kot scenarij B2. Število sušnih zim se v primeru treh obravnavanih lokacij najbolj zmanjša v Ljubljani (v tem primeru so napovedi med seboj dobro usklajene). Število sušnih poletij naj bi se ob koncu stoletja povečalo tudi na območju severovzhodne Slovenije, vendar razlike niso tako velike, kot na ostalih obravnavanih lokacijah (slika 3).



Slika 3: Razsevni grafikon števila sušnih mesecev ob koncu stoletja v primerjavi s številom sušnih mesecev v obdobju 1971-2000 v Biljah (levo) ter Murski Soboti (desno). Temnejše oznake predstavljajo modelske izračune za scenarij A2, svetlejše pa za scenarij B2.

Okvirji z ročaji na sliki 4 nam prikazujejo intenziteto ter trajanje suš, ki smo jih definirali na osnovi indeksa SPI. Pri obeh scenarijih se povprečna dolžina trajanja ter intenziteta meteoroloških suš ob koncu stoletja nekoliko povečata, pri scenariju B2 celo bolj kot pri scenariju A2. Bistveno informacijo nosijo osamelci, ki so očitni v primeru obeh scenarijev. Osamelci kažejo na ekstremno intenziteto suše v preteklosti v letih 2003 ter 2007, ob koncu

stoletja pa naj bi se to število močno povečalo, predvsem na račun sušnejših poletij. Klimatski odziv je nekoliko drugačen v primeru Ljubljane in Murske Sobote, kjer je povprečno trajanje sušnih dogodkov ter njihova intenziteta višja v primeru scenarija A2. Razlago za povečanje frekvence ekstremnih sušnih dogodkov bi lahko iskali v tem, da večje spremembe v frekvenci ekstremnih meteoroloških dogodkov, kot so npr. suše v našem primeru, izhajajo iz majhnega premika porazdelitve količine mesečnih padavin. Premik porazdelive padavin k manjšim vrednostim pomeni večje sušno tveganje, hkrati pa se poveča tudi variabilnost padavin. Dankers ter Hiederer (2008), ki sta opravila študijo variabilnosti padavin v spremenjenih klimatskih razmerah, sta ugotovila, da povečana variabilnost pomeni večje tveganje ekstremnih (kratkotrajnih) padavin, tudi na območjih, ki postajajo bolj sušna. Povečanje števila padavinskih ekstremov je v spremenjenem podnebnju večje od povečanja povprečne intenzitete padavin.



Slika 4: Okvir z ročaji za trajanje suš (levo) ter njihovo intenziteto (desno) v današnjih in spremenjenih klimatskih razmerah.

5 Sklepi

Konec stoletja po izračunih klimatskih modelov sodeč lahko pričakujemo pomembne spremembe v padavinskem vzorcu, tako regionalno (prostorska razporeditev) kot tudi časovno (sezonska prerazporeditev padavin). Analiza sušnosti na treh klimatsko reprezentativnih lokacijah v Sloveniji je pokazala porast števila sušnih dogodkov, povečanje intenzitete ter njihovega trajanja na vseh treh lokacijah. Najizrazitejše spremembe v poletnem času pa je pričakovati ravno v delu Slovenije, ki je pod sredozemskim vplivom. Pomik porazdelitve padavin k manjšim vrednostim vsekakor pomeni večje sušno tveganje, hkrati pa večja variabilnost tudi možnejše ekstremne padavinske dogodke. Z veliko gotovostjo je pričakovati tudi intenzivnejše kmetijske suše, kjer učinek suše poleg primanjkljaja padavin okrepi še višja temperatura, posledica česar je višje izhlapevanje.

V nadaljevanju bo potrebna podrobnejša analiza večjega števila RCM, ki so gnezdeni v različnih GCM. Slovenija je klimatsko zelo variabilno območje, k čemur prispeva njena lega ter reliefna pestrost; posledično je na kratkih razdaljah podnebje podvrženo velikim spremembam, ki jih z mrežo z manjšo prostorsko ločljivostjo, kot je npr. 50 km × 50 km, težko zajamemo. Analiza izračunov z višjo prostorsko ločljivostjo nam bo pokazala nove razsežnosti klimatskih sprememb nad območjem Slovenije. Poudariti velja predvsem ekstremne vremenske dogodke, ki jih na mreži z nižjo prostorsko ločljivostjo ne moremo zaznati.

6 Literatura

- ARSO – Domača stran Agencije Republike Slovenije za Okolje. 2008. Dostopno na naslovu <http://www.arso.gov.si> (15. 8. 2008)
- Ceglar, A.; Kajfež-Bogataj, L. 2008. Obravnava meteorološke suše z različnimi indikatorji. *Acta agriculturae Slovenica*, 91-2.: 407-425
- Dankers, R.; Hiederer, R. 2008. Extreme Temperatures and Precipitation in Europe: Analysis of a High-Resolution Climate Change Scenario. European Commission. Joint Research Centre – Institute for Environment and Sustainability. 66 str.
- IPCC. Climate change 2007: The Physical Science Basis. Intergovernmental Panel on Climate Change. 2007. 142 str.
- Kajfež-Bogataj, L.; Črepinšek, Z.; Ceglar, A.; Ipavec, T. 2007. Analiza pojava suše v Sloveniji in monitoring kmetijske suše z indikatorji v zadnjih desetletjih. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano. 49 str.
- McKee, T.B.; Doesken, N.J.; Kliest, J. 1993. The relationship of drought frequency and duration to time scales. In Proceedings of the 8th Conference on Applied Climatology, 17–22 January, Anaheim, CA. American Meteorological Society: Boston, MA; str. 179–184.
- NDMC – Domača stran National Drought Mitigation Center. 2008. Dostopno na naslovu <http://drought.unl.edu/> (8. 9. 2008)
- Panofsky, H. A.; Brier, G. W. 1958. Some applications of statistics to meteorology: The Pennsylvania State University Press. 224 str.
- PRUDENCE, 2008. Podatkovni viri z rezultati izračuna regionalnih klimatskih modelov. Dostopno na naslovu <http://prudence.dmi.dk> (15. 8. 2008)
- Tate, E. L.; Gustard, A.; 2000. Drought definition: a hydrological perspective. ???In: Drought and Drought Mitigation in Europe, Vogt, J. V.; Somma, F. (eds). Kluwer: Dordrecht; str. 161-166
- Thom, H. 1966. Some methods of Climatological Analysis. World Meteorological Organization. Technical Note No. 81, Geneva, Switzerland, 43 str.

Analiza upravljanja s tveganji zaradi toče z uporabo atmosferskih modelov in dreves odločanja

Stane KLEMENČIČ¹⁰⁷, Črtomir ROZMAN¹⁰⁸, Benedikt STRAJNAR¹⁰⁹, Mark ŽAGAR¹¹⁰, Stanislava KLEMENČIČ – KOSI¹¹¹

Izvleček

Na podlagi podatkov daljinskega zaznavanja odbojnosti in numeričnim modeliranjem v dovolj visoki ločljivosti smo izdelali karto pogostosti in jakosti nevihtnih dogodkov s točo nad SV Slovenijo. Numerične podatke smo spremenili v kartografski prikaz stopnje ogroženosti s pogostostjo padanja toče do mikro lokacije (GERK - grafične enote rabe kmetijskih zemljišč). S kombinirano metodo modelnih kalkulacij in dreves odločanja smo izdelali oceno posameznih alternativ upravljanja s tveganji zaradi toče. Preliminarni izračuni pričakovanih vrednosti z uporabo dreves odločanja kažejo, da so pričakovane vrednosti višje pri alternativah z zavarovanjem tudi pri ugodnih razporeditvah verjetnosti škodnih dogodkov kot posledica toče. Na osnovi kartografskega prikaza lahko uporabnik izbira kombiniran model (zavarovanje + protitočna mreža) po stopnji tveganja za pogostnost pojava škode po toči. Analiza modelov zmanjševanja tveganj po škodi zaradi toče in neurja pokaže, da je najprimernejši in najsprejemljivejši način zavarovanje posevkov in plodov v kombinaciji s postavitvijo protitočne mreže na lokacijah z najvišjo stopnjo tveganja. Obseg zajema v zavarovalni sistem mora ciljno doseči vsaj 70 % proizvodnih kmetijskih površin, da se ustvarijo razmere za zniževanje premijskih stavkov in porazdelitev velikosti škode. Zato je potrebno razviti obliko kmetijskega zavarovanja, ki deluje na zasnovi vzajemništva ali poola.

Ključne besede: toča, strategija odločanja s tveganjem, zavarovanje, protitočna mreža

Analysis of Hail Risk Management Using Atmospheric Models and Decision Trees

Abstract

Based on the data of remote detection of reflectance and numerical modelling in sufficiently high resolution, we have created a map of the incidence and strength of thunderstorm occurrences with hail in NE Slovenia to provide as an example. We have converted numerical data into a cartographic presentation of a degree of risk with the incidence of hail up to a micro location – graphical agricultural unit of a farm holding. We used a combined method of model calculations and decision trees to make an assessment of the individual alternatives of hail risk management regarding wheat. Regarding wheat there is the greatest likelihood that the predicted allocation is on all endangered areas considering the expected financial result of crop insurance. Preliminary calculations of expected values using decision trees show that the expected values are higher at the alternatives with insurance and also at favourable allocations of the probability of damage events as a consequence of hail. Based on the cartographic presentation a user can choose the management model and strategy with regard to the degree of risk for the incidence of the damage event after hail. The analysis of the models for the reduction of risk due to

¹⁰⁷ Dr., univ. dipl. inž. agroek., KGZS-Zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: stane.klemencic@kmetijski-zavod.si

¹⁰⁸ Dr., univ. dipl. inž. kmet., Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo in biosistemske vede, Pivola 10, e-pošta: crt.rozman@uni-mb.si

¹⁰⁹ Dipl. univ. meteorol., Univerza v Ljubljani, Fakulteta za matematiko in fiziko, Jadranska 19, 1000 Ljubljana, e-pošta: benedikt.strajnar@rzs-hm.si

¹¹⁰ Dr., dipl. univ. meteorol., Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: mark.zagar@gov.si

¹¹¹ Mag. univ. dipl. oec., KGZS-Zavod Maribor, Vinarska 14, 2000 Maribor, Slovenija, e-pošta: stanka.klemencic@kmetijski-zavod.si

damage after hail and thunderstorms shows that the most suitable and acceptable method is insurance of crops and fruits, in combination with the placement of the anti-hail nets in permanent orchards at locations exposed to the highest degree of risk. The extent included into the insurance system must comprise 70% of agricultural production surfaces in order to create conditions for the reduction of premium quotes and allocation of damage extent. Therefore a form of agricultural insurance needs to be developed.

Key words: hail, decision strategy with risk, insurance, anti-hail net

1 Uvod

Ocenjene škode zaradi elementarnih nesreč so bile na območju SV Slovenije v letih od 1998 do 2002 v primerjavi s celotno Slovenijo od 65 % do 81 % (Statistični letopis 2004). Ocene klimatologov kažejo na povečanje pogostnosti ekstremnih vremenskih dogodkov v prihodnje, regionalno pa se bo ob zvišanju temperaturi zraka različno spreminjal padavinski režim (Kajfeš, 2004). Ocenjuje se, da je v povprečju letna škoda samo na kmetijskih kulturah v RS po toči med 20 in 30 milijonov evrov (leta 2004 je bila povzročena škoda za 28,7 milijonov evrov (MKGP, 2007)).

Ugotavljamo, da v Sloveniji nimamo razvitega sistematskega pristopa k reševanju in zmanjševanju škode po toči z neurjem (Klemenčič s sod., 2006). S prenehanjem aktivne obrambe branjenja točenosnih oblakov z raketnim sistemom posipavanja oblakov v 90 letih in poskusnega projekta posipavanja točenosnih oblakov z dodatnimi jedri (reagent-srebrov jodit) z letali (čas poskusa 1999–2010), uporabljamo še protitočne mreže (Zadravec, 2002). Te pa danes v Slovenije ne dosegajo 5 % površin intenzivnih nasadov. Razen uporabe protitočnih mrež (v Avstriji in Italiji dosega pokritost v intenzivnih nasadih do 30 %) tako svetovnem merilu kot v regiji ne razpolagamo z učinkovito aktivno obliko obrambe, katere učinkovitost je na znanstveni osnovi dokazana v smislu vpliva na zmanjševanje škode po toči (Divjak s sod., 2004).

Obstajajo številni preventivni modeli (aktivni in pasivni) za varovanje kmetijskih kultur pred škodnimi pojavi toče, vendar Slovenija še vedno nima izdelanega konsistentnega sistema tovrstne obrambe, niti nimamo izbranega optimalnega modela glede na možnosti in uspešnost posameznega modela. Posamezne evropske države poznajo različne modele reševanja škodnih pojavov po toči (Zdovc, 2005).

1.1 OPREDELITEV RAZPOREDITVE IN POJAVA TOČE

Najlažje lahko razložimo nastanek toče v toplotni nevihti v mirnem zraku nad celino. Ob takšnem vremenu se toča pojavlja najpogosteje. V poletnih dnevih nekatere zemeljske površine sonce močno segreje. Zrak nad njimi se ogreje bolj kot zrak v okolici, se zredči in zaradi vzgona začne dvigati. Pri tem se razteza, ker prihaja v območja vedno nižjega pritiska, in zaradi tega tudi ohlaja. Dviguje se vse dotlej, dokler je njegova temperatura višja od temperature okolice. Nastane navzgor usmerjen tok zraka, vzgornik. Na višini, kjer se vzgornik dovolj ohladi, se začne vodna para v njem zgoščevati v oblačne kapljice, in sicer okrog številnih drobnih nečistoč – kondenzacijskih jeder. Kapljice so zelo drobne in tok jih nosi s seboj. Pri kondenzaciji se sprošča toplota in vzgornik se zato z višino ohlaja počasneje, kot bi se sicer. Oblačne kapljice v njem zaradi kondenzacije rastejo, hkrati pa se tudi ohlajajo. Pri temperaturah, ki so pod 0°C – torej dovolj visoko v oblakih – se para ne kondenzira v kapljice, temveč neposredno v ledene delce. Zato se v zgornjem delu vzgornika pojavijo posamezni ledeni kristalčki. Zaradi razlike parnih tlakov nad vodo in ledom se začnejo kristalčki debeliti na račun kapljic. Ko se kristalčki dovolj odebelijo, jih vzgornik ne more več

dvigovati; najprej začnejo lebdeti v njem, nato pa skozi vzgornik padati proti tlam. Pri tem trkajo z dvigajočimi se podhlajenimi kapljicami in se močno odebelijo. Nastanejo ledena zrna. Če je vzgornik šibak, nastanejo le drobna zrna, ki se stalijo, preden padejo na tla. Če pa je dovolj močan, nastanejo debela zrna, ki se pri padanju do tal ne stalijo in pada toča.

Večcelične nevihte so organizirane skupine enoceličnih neviht. Organiziranost temelji predvsem na povezavi vrtninskih tokov. Večcelična nevihta si dejansko ustvari razmere, ugodne za nadaljnji razvoj, se pravi lastno cirkulacijo z dovajanjem toplega in vlažnega zraka pri tleh. Zaradi tega so lahko večcelične nevihte dolgožive, tja do 12 ur. Ena od posledic organiziranosti je lahko razvoj tornadov, ki v enoceličnih nevihtah ne morejo nastati.

Oblačne kapljice med seboj trkajo in tako nastajajo dežne kaplje. Nad višino, kjer je temperatura 0°C, kapljice ne zmrznejo, temveč ostanejo podhlajene. V višjem delu oblaka pa s pripravljanjem na ledene kristalčke nastajajo snežinke. Lastnost podhlajenih kapljic je, da ob dotiku takoj zamrznejo in tako nastajajo zrna sodre (premer manjši od 0.5 cm) in toče (premer večji od 0.5 cm).

2 Material in metode dela

2.1 PRIPRAVA KARTE POJAVA TOČE V SEVEROVZHODNI SLOVENIJI

Mreža prizemnih meteoroloških opazovalnic, ki beležijo in merijo meteorološke količine, vključno s pojavi neurij ter njih jakosti, ni dovolj gosta, da bi omogočala pripravo objektivne prostorske slike. V ta namen je pripravno uporabiti obstoječe podatke inštrumentov daljinskega zaznavanja, predvsem meteoroloških radarjev in satelitov.

Delovanje meteorološkega radarja temelji na odboju mikrovalov od padavinskih delcev, torej kapljic, snežink in ledenih zrn toče. Meteorološki radar na Lisci izmeri omenjene odbojnosti vsakih 10 minut s prostorsko ločljivostjo 1 km. Iz podatkov - radarskih slik - lahko precej natančno določimo položaj in jakost nevihtnega oblaka ter potencialna območja, kjer pada toča.

Analizirali smo radarske meritve padavin z meteorološkega radarja na Lisci preteklih 5 let (2002 – 2006). Rezultat je prostorski prikaz števila dni v letu z neurji s potencialno točo. Za oceno verjetnosti toče v posameznem neurju smo uporabili kriterij radarske odbojnosti, ki mora v neprekinjenem stolpcu višine 4 km presegati 45 decibelov (dBZ). Radarska odbojnost z enoto dBZ je odvisna od števila in porazdelitve padavinskih elementov v oblaku in pod njim. Velike dežne kaplje imajo veliko radarsko odbojnost, zares močan odboj radarskih žarkov pa lahko povzročijo le zrna toče, saj imajo zaradi padanja in posledično trganja dežne kaplje navzgor omejeno velikost.

Iz radarskih podatkov pridobljeno oceno pogostnosti dogodkov s točo smo preverili tudi s podatki z meteoroloških postaj. Z daljinskim zaznavanjem pa zaenkrat ne moremo določiti velikosti zrn toče (Žagar s sod., 2005). Ocenimo lahko le pričakovano porazdelitev. Temeljimo na podatkih s točernih poligonov. Porazdelitev je eksponentna. Pove na primer, kolikokrat manjša je verjetnost za dvakrat večje zrno toče od mejne vrednosti premera, ki je 0.5 cm. Pod to velikostjo ne govorimo o toči, temveč o sodri. Iz porazdelitve je mogoče sklepati tudi, v koliko dogodkih s točo je bila velikost zrn večja od določenega premera. Porazdelitev opisuje naslednja

enačba: $dN(x) = N_{0.8} e^{-L(x-0.8)} dx$, kjer je x premer zrn toče, $N_{0.8}$ in L pa parametra porazdelitve (Giaioti et al., 2001). Tako se toča s premerom 1,6 cm pojavlja približno 14-krat redkeje kot toča s premerom 0,8 cm. Toča s premerom 0,5 cm (kar je meja za definicijo toče) se pojavlja 2,7-krat bolj pogosto, kot toča s premerom 0,8 cm. Torej le v enem točnem dogodku od 37 pada toča s premerom 1,6 cm.

2.2 RAZVOJ MODELA ZA OCENO STRATEGIJ UPRAVLJANJA S TVEGANJEM

Na podlagi podatkov daljinskega zaznavanja izračunamo tudi pogostnost pojava toč s posameznim premerom (interval 0,5 cm – 3 cm). Na tej podlagi opredelimo tudi 5 območij ogroženosti. Kljub temu pa lahko na osnovi teh podatkov sklepamo o stopnjah ogroženosti na posamezni lokaciji. To storimo tako, da vsakemu numeričnemu podatku priredimo diskretno vrednost. Za množico kvalitativnih vrednosti Q izberemo 5 stopenj ogroženosti, in sicer Q = zelo nizka, nizka, srednja, visoka, zelo visoka. Lete so določene za vsak premer posebej, saj so podatki o pogostnosti medsebojno, glede na velikost, neprimerljivi. Kategorizacijo opravimo s pomočjo VBA (Visual basic za aplikacije) kode. Programirana procedura klasificira vseh 12000 podatkov skladno z definiranimi klasifikacijskimi razredi. Na opisan način za vsako koordinato (lokacijo) dobimo niz 9 kvalitativnih vrednosti (podatki so izračunani za 9 različnih premerov toče), ki jih hkrati numeriziramo z ordinalnimi števkami za posamezno kvalitativno vrednost; zelo nizka-1, nizka-2, srednja-3, visoka-4, zelo visoka-5. Končno vrednost stopnje ogroženosti pa določimo s pomočjo utežene vsote. Gre za koncept, ki izhaja iz več atributne teorije koristnosti (Rozman s sod., 2003), kjer je vrednost višje ležečega atributa v hierarhiji določena kot vsota produktov uteži in vrednosti atributov na nižjem nivoju (v našem primeru numerizirane vrednosti stopenj ogroženosti). Slednje je prikazano z enačbo 1:

$$U_f = \sum_{i=1}^N w_i x_i \quad (1)$$

Kjer je: U_f – stopnja ogroženosti na posamezni lokaciji, w_i – utež, x_i – ordinalna vrednost atributa

Na opisani način smo glede na pojavnost toče določili 5 območij ogroženosti.

Za oceno posameznih alternativ upravljanja s tveganjem zaradi toče uporabimo kombinirano metodo modelnih kalkulacij in dreves odločanja (slika 2). Modelne kalkulacije so tehnološko ekonomski simulacijski modeli (Rozman s sod., 2006; Pažek s sod., 2006), ki omogočajo oceno stroškov in finančnega rezultata ob različnih vhodnih parametrih. Porabe inputov v posamezni modelni kalkulaciji so izražene s funkcijskimi odvisnostmi med temi parametri (Rozman, 2004). V obravnavanem primeru so vhodni parametri predvsem različni pridelki kot posledica točnih. Ti različni pridelki na predstavljajo tudi posamezne scenarije škodnih dogodkov in sicer 5 scenarijev brez zavarovanja (0 % škoda, 25 % škoda, 50% škoda, 75 % škoda ter 100% škoda) ter enakih scenarijev škodnih dogodkov z zavarovanjem.

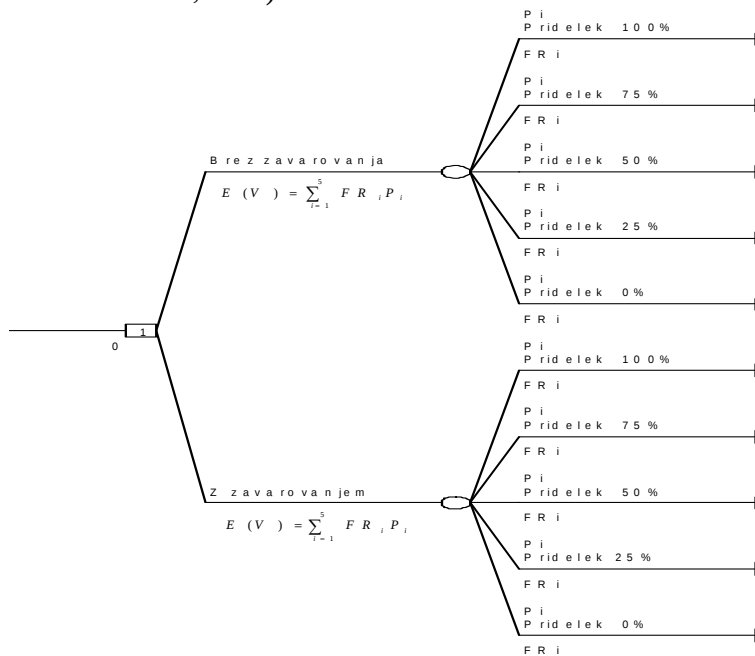
Ključni parameter za nadaljnjo obdelavo z drevesom odločanja je finančni rezultat izračun kot razlika med vrednostjo proizvodnje in skupnimi stroški. Pri scenarijih z zavarovanjem je finančnemu rezultatu dodana izplačana škoda ter subvencija za posamezno kulturo.

$$FR = Y * cy - TC + sub + \text{ŠKODA} \quad (2)$$

Kjer je: FR – finančni rezultat, Cy – cena proizvoda, TC – skupni stroški, Sub – subvencija (direktno plačilo)

Za nadaljnje iskanje najugodnejše alternative s stališča pridelovalca bomo uporabili drevesa odločanja (Monahan, 2000). Drevo odločanja (slika 1) je v bistvu graf, ki je sestavljen iz več vej in vozlišč, kjer posamezna vozlišča predstavljajo možne odločitve in možne dogodke, ki si terminsko sledijo od leve proti desni. Prvo vozlišče predstavlja možne odločitve (označeno s kvadratom), ostala vozlišča (označena s krožcem) pa dogodke (stanja), ki lahko nastanejo ob

različnih možnih odločitvah. Konec odločitvenega procesa na drevesu odločanja označimo z vertikalno ravno črto. Drevo odločanja izračuna pričakovane vrednosti za vsako možno odločitev. Literatura navaja model drevesa odločanja kot enega osnovnih modelov za podporo odločanju v razmerah tveganja in negotovosti (Kay in Edwards, 1999; Monahan, 2000; Hardaker s sod., 1997).



Slika 1: Drevo odločanja s pripadajočimi enačbami (Rozman, 2008; Interna baza FKBV ($E(V)$; P_i – verjetnost dogodka (scenarija), i (verjetnost posameznega pridelka), FR_i – finančni rezultat ob scenariju i)

Za izračunavanje drevesa odločanja uporabimo ustrezní računalniški program. V našem primeru uporabimo orodje »Treeplan.XLA«, ki deluje v okolju Excel, kar omogoča direktno povezavo drevesa odločanja z modelnimi kalkulacijami, ki so prav tako razvite v okolju Excel, s katerimi izračunavamo preostale ekonomske indikatorje (finančni rezultat ob različnih škodnih dogodkih). Sistem je zasnovan iz več podatkovnih baz (pogostnost) ter iz simulacijsko kalkulacijskega jedra, katerega izhodni rezultati služijo kot vhodni podatki za drevesa odločanja.

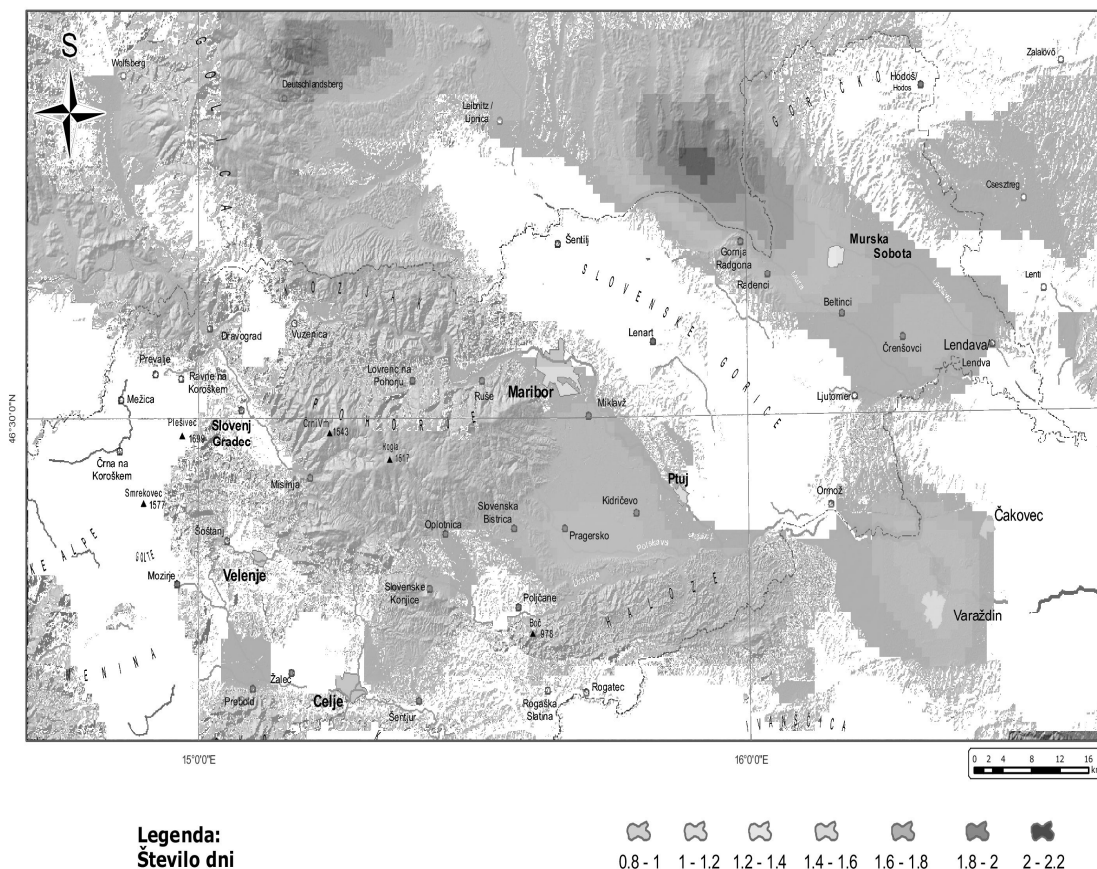
3 Rezultati z diskusijo

Na sliki 2 je prikazana prostorska porazdelitev povprečnega števila dni s točo za območje severozahodne Slovenije. Vrednost 2 (temno-sivo obarvana točka) na primer pomeni, da je v obravnavanem obdobju (5 let) nad tem $1 \times 1 \text{ km}^2$ velikim območjem radar desetkrat zaznal odbojnost, ki ustreza kriterijem za pojav toče.

Na sliki 3 prikazujemo rezultate drevesa odločanja za območje z najvišjo ogroženostjo. Uporabljena je teoretična eksponentna porazdelitev verjetnosti škodnih dogodkov za posamezna območja ogroženosti, ker dejanski podatki o točnih škodnih dogodkih za posamezne lokacije ne obstajajo.

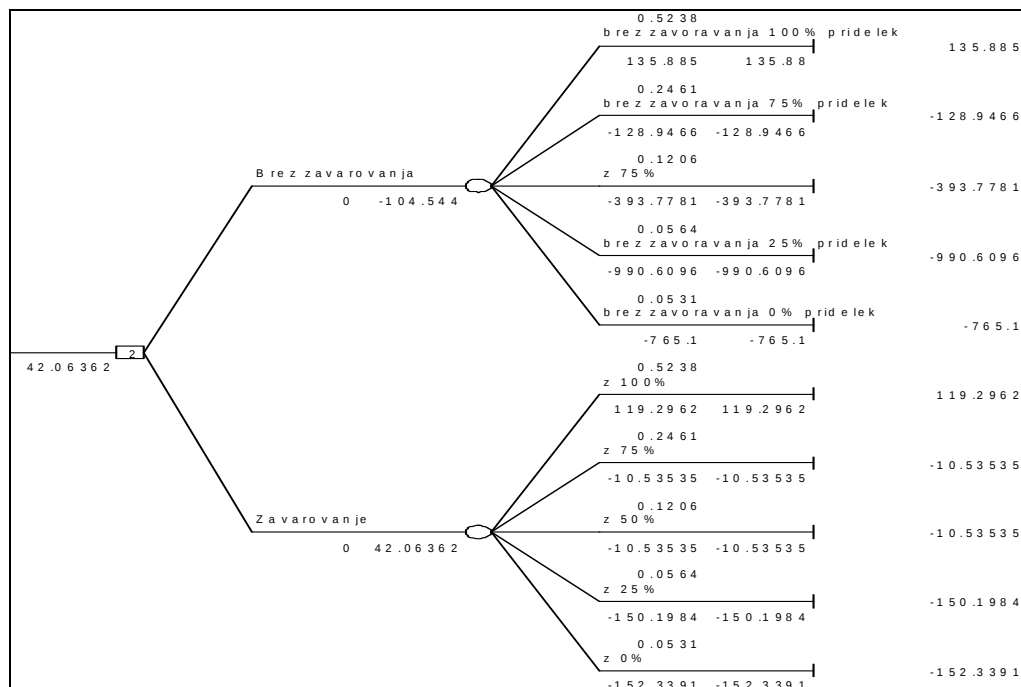
Preliminarni rezultati ob dani porazdelitvi verjetnosti kažejo, da je tudi na območju z manjšo verjetnostjo pojava 100% škode zavarovanje ugodnejša alternativa (upoštevano je dejstvo, da zavarovalnice ponavadi priznajo 85% - 90% tudi v primeru ekstremnih dogodkov).

Povprečno letno število dni s točo



Slika 2: Povprečno število dni s točo v celicah velikosti 1x1 km²

Simulacija za območje z najmanjšo ogroženostjo (manjša verjetnost ekstremnih dogodkov) prav tako pokaže na upravičenost zavarovanja (višja pričakovana vrednost finančnega rezultata ob scenariju zavarovanja). Na območjih z višjo stopnjo tveganja je ekonomsko upravičeno aktivno branjenje s protitočno mrežo le pri intenzivnih nasadih jablane in vinogradih. Prikazani model v tej fazi omogoča izračun pričakovane vrednosti ob predvideni tehnologiji, različnih pridelkih kot tudi ob različnih pogojih zavarovanja ter porazdelitvi verjetnosti škodnih dogodkov zaradi toče. Obseg zajema v zavarovalni sistem mora ciljno doseči vsaj 70% proizvodnih kmetijskih površin, da se ustvarijo pogoji za zniževanje premijskih stavek in porazdelitev finančne obremenitve v primeru nastanka škode po neurju s točo. V nadaljnjih raziskavah nameravamo izboljšati načine empiričnega določanja verjetnosti posameznih škodnih dogodkov ter model prek geografsko informacijskega sistema povezati s podatki o pojavnosti toče na posameznem območju.



Slika 3: Drevo odločanja za pšenico (območje ogroženosti 1 in 5)

Na ta način bomo prišli do celovitega orodja za podporo odločanju v razmerah tveganja in negotovosti zaradi vremenskih ujm (toče).

4 Sklepi

- Razvita metodologija (modelne kalkulacije, drevesa odločanja) predstavlja sistem za podporo odločanju v razmerah tveganja zaradi toče.
- Na osnovi radarskih meritev pripravljena ocena pogostnosti toče kaže na različno ogrožena območja. Tako izstopa nekaj območij z večjo verjetnostjo toče: jugozahodni obronki Pohorja in okolica Radgone, pa tudi Dravsko in Mursko polje. Izrazit minimum je opaziti v Slovenskih Goricah.
- Na osnovi preliminarne rezultate ugotavljamo, da je pričakovana verjetnost finančnega rezultata višja tudi ob ugodnejši razporeditvi verjetnosti škodnih dogodkov.
- Preliminarni izračuni pričakovanih vrednosti z uporabo dreves odločanja na primeru pšenice kažejo, da so pričakovane vrednosti višje pri alternativah z zavarovanjem in tudi pri ugodnih razporeditvah verjetnosti škodnih dogodkov kot posledica toče.
- Preliminarni izračuni pričakovanih vrednosti kažejo na to, da je model zavarovanja v kmetijstvu najprimernejši in najsprejemljivejši način zmanjševanja tveganj škod nastalih zaradi toče. Z dvigom ozaveščenosti tveganja v kmetijstvu in s povečanjem zajema kmetijskih površin v zavarovalni sistem (nad 70%) so ustvarjeni optimalni pogoji za zniževanje zavarovalnih premijskih stavkov.
- Model aktivnega branjenja s protitočnimi mrežami je ekonomsko upravičen na območjih z večjim tveganjem pogostnosti pojava toče (na intenzivnih nasadih) in za specializirane pridelovalce.

- Osnovni cilj vključevanja države v upravljanje z zavarovarljivimi tveganji v kmetijstvu je, da s pomočjo vzajemnega zavarovanja zmanjša tveganja, katerim so izpostavljeni pridelovalci.

5 Literatura

- Angevine, W.M., Žagar, M., Tjernström, M. 2006. Modeling of the Coastal Boundary Layer and Pollutant Transport in New England. *J. Appl. Met.*, 45, 1: 137 – 154
- Divjak, M., Roškar, J., Cegnar, T., Gregorčič, B., Rakovec, J., Kajfež – Bogataj, L. 2004. Toča in obramba pred njo. ARSO, Tisk.izd.,let.11,št.5.s.38-45.
- Hardaker, J. B., Huirne, R. B. M., Anderson, J. R., 1998. Coping with risk in agriculture. CAB International, New York: 274 s.
- Kay, D. R., Edwards, W. M. 1999. Farm management. 4th Edition, WCB/McGraw-Hill, USA: 493 s.
- Kajfež – Bogataj, L. 2004. Toča in obramba pred njo. Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu, Čatež ob Savi, 2004: 115-120
- Klemenčič, S., Zdovc, D., Klemenčič – Kosi, S. 2006. Učinkovit in sprejemljiv način zmanjševanja škode pred točo v regiji Podravje in Pomurje. Kmetijsko gozdarski zavod Maribor: 122 s.
- Monahan, G.E., 2000. Management decision making – spreadsheet modeling, analysis and application, Cambridge University Press, 714 s.
- Rozman, Č., Jakop, M. 2003. Drevesni model za podporo odločanju pri pridelavi oljnih buč. Interna baza podatkov Fakultete za kmetijstvo Univerze v Mariboru.
- Rozman, Č., Pažek, K., Bavec, M., Bavec, F., Turk, J., & Majkovič, D. (2006). The multi-criteria analysis of spelt food processing alternatives on small organic farms. *Journal of Sustainable Agriculture*, 28, 159–179.
- Rozman, Č., 2004. Aplikacija simulacijskih modelov in pozitivnega matematičnega programiranja pri ekonomski analizi sadjarske proizvodnje: Doktorska disertacija, Univerza v Mariboru, Fakulteta za kmetijstvo, /Č. Rozman/, 151 str.
- Zadravec, P. 2002. Vpliv protitočne mreže na količino in kakovost pridelka pri jablani. *Sodob. kmet.*, št. 3, str. 3-6.
- Zdovc, D. 2005. Insurance as a risk management tool in Slovenian Agriculture. V: 28th Congress of the International Association of Hail Insurers, Madrid, 2-5 oct., 87s.
- Žagar, M., Svensson, G., Tjernström, M. 2005. High spatial and temporal variability of dry deposition in a coastal region. *Environmental Fluid Mechanics*, 5: 357 – 372

Škode v slovenskem kmetijstvu zaradi izrednih vremenskih dogodkov

Zalika ČREPINŠEK¹¹², Andrej CEGLAR¹¹³, Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ¹¹⁴

Izvleček

Izredni vremenski dogodki so sestavni del naravne spremenljivosti podnebja in vremena, kot njegove vsakodnevne pojavne oblike. V obdobju 1994-2005 so med naravnimi nesrečami, ki so prizadele Slovenijo, največ škode povzročile suše (24%) in poplave (18%), sledijo toča (14%), neurje (14%), plazenje tal in snega (11%). Pozeba je v povprečju povzročila okrog 5% ter žled 4% ocenjene škode. Kmetijstvo je zaradi neposredne odvisnosti od vremena tista dejavnost, kjer je ocenjena gmotna škoda zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov največja. V obdobju 1996-2006 je od skupne ocenjene škode zaradi naravnih nesreč kmetijstvo utrpelo 57% vseh škod. Ker ekstremnih vremenskih dogodkov ne moremo preprečiti, se moramo nanje ustrezno pripraviti. V sklop teh prizadevanj sodijo kakovostne meteorološke napovedi ekstremnih vremenskih dogodkov, posredni in neposredni zaščitni ukrepi ter ukrepi za blaženje posledic škod.

Glavne besede: izredni vremenski dogodki, škode, kmetijstvo, Slovenija, zaščitni ukrepi

Losses in Slovene agriculture due to extreme weather events

Abstract

Extreme weather events are part of natural climate and weather variability. In the time period 1994-2005, amongst natural disasters, that has hit Slovenia, maximal losses are caused by droughts (24%), floods (18%), hails (14%), thunderstorms (14%), creeping of soils and snow (11%). Damage done by frost was 5% on average and 4% by sleet. Agriculture directly depends on weather conditions; consequently the assessment of losses is maximal just in that sphere of activity. In the period 1996-2006 agriculture had 57% of all assessed losses, caused by extreme weather events. As we can not stop the natural disasters, we should make ourselves ready to them. We should strive for quality meteorological forecasts of extreme weather events, direct and indirect preventive measures and measures to mitigate consequences of losses, caused by weather injurious events.

Key words: extreme weather events, losses, agriculture, Slovenia, preventive measures

1 Uvod

Kmetijstvo je zaradi neposredne odvisnosti od vremena in podnebja med najbolj občutljivimi sektorji, ki jih izredni vremenski dogodki prizadenejo. Med izredne vremenske dogodke štejemo redke vremenske pojave, ki močno odstopajo od povprečnega stanja. Kadar takšni vremenski dogodki povzročijo veliko škodo in prizadenejo večje območje in prebivalstvo na njem, jih prištevamo med naravne nesreče. Naravne nesreče, ki jih neposredno ali posredno izzove vremenski pojav, imenujemo tudi ujme (Gams, 1998). Slovenija je pokrajinsko in podnebno zelo raznolika, saj leži na stičišču alpskega, panonskega, sredozemskega in dinarskega sveta, naš kmetijski prostor pa vsako leto prizadene vsaj ena od naravnih ujm. Največ škode povzročajo pozeba, toča in kmetijska suša, v manjšem obsegu tudi druge neugodne vremenske razmere, kot so močan veter, žled, močne padavine, ekstremno visoke ali nizke temperature ter vremensko pogojene bolezni in škodljivci. Po statističnih podatkih je v preteklih letih v strukturi vseh naravnih nesreč v Sloveniji največji delež predstavljala suša, sledijo neurja, toča in pozeba. Škode, ki jih v kmetijstvu povzročajo izredni vremenski

¹¹² dr., Biotehniška fakulteta, p.p.95, 1000 Ljubljana, e-pošta: zalika.crepinsek@bf.uni-lj.si

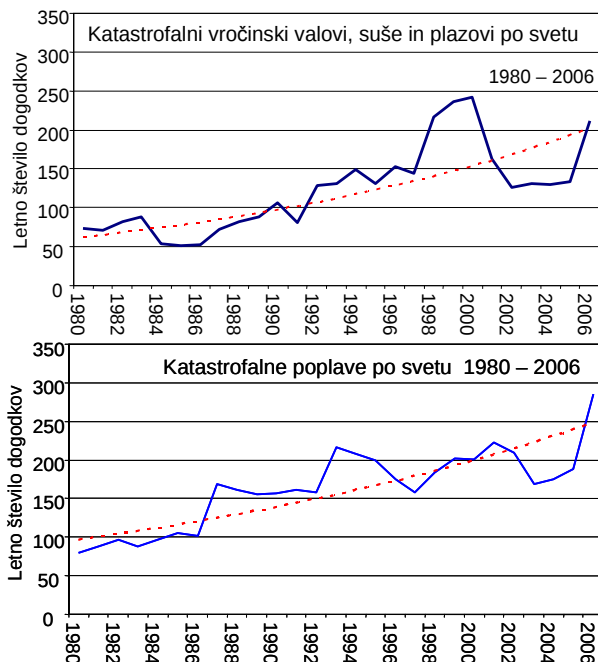
¹¹³ univ.dipl.meteor., Biotehniška fakulteta, p.p.95, 1000 Ljubljana

¹¹⁴ dr., Biotehniška fakulteta, p.p.95, 1000 Ljubljana

dogodki, so lahko neposredne (slabša kakovost pridelka, zmanjšanje količine pridelka, uničena infrastruktura...) in posredne (izguba trga v naslednjem letu, poškodbe trajnih nasadov, ki se kažejo več let, izpad proizvodnje v tekočem letu).

Ekstremni vremenski pojav lahko definiramo kot vsak dogodek, ko neka meteorološka spremenljivka doseže minimalno ali maksimalno vrednost v času ali prostoru. Tako lahko med ekstreme štejemo dneve, ko so bili doseženi mesečni ali letni ekstremi temperature, padavin, hitrosti vetra... Običajno so večje pozornosti deležni pojavi, ki povzročijo škodo. Pri tem pa ni nujno, da katera od meteoroloških spremenljivk doseže ekstremno vrednost. Ob pozebah na primer ni nujno, da so temperature ekstremno nizke, vendar pa so neobičajno nizke za čas, v katerem se pojavijo. Podatki o ekstremnih dogodkih so pomembna informacija o značilnostih podnebja na posameznih območjih, običajno pomenijo veliko obremenitev za okolje, zato so podnebne analize takih dogodkov potrebne za vrednotenje škode in za vse posege v prostor (ogroženost pridelave, načrtovanje novih nasadov itd.). Z ekstremnimi podnebnimi in vremenskimi razmerami smo se srečevali že v preteklosti, saj imata podnebje in vreme naravno variabilnost, katere sestavni del so tudi ekstremni dogodki. Svetovna meteorološka organizacija opozarja, da v povezavi s podnebnimi spremembami lahko pričakujemo pogostejše in intenzivnejše ekstremne dogodke. Prvi znaki tega zgoščevanja ekstremnih pojavov so v svetovnem merilu in tudi pri nas že opazni (Kajfež-Bogataj in Bergant, 2005).

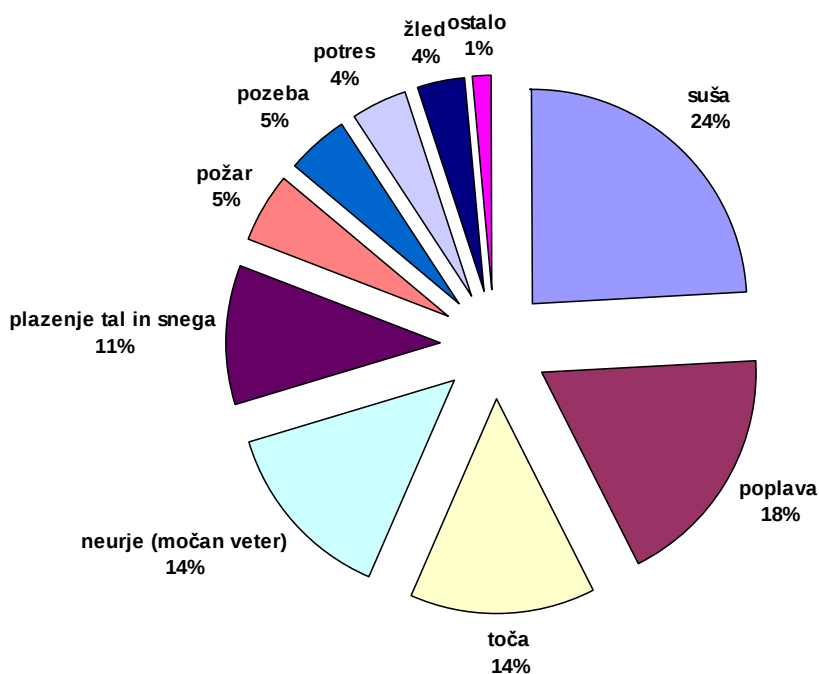
Najverjetneje kot posledica izrazitega ogrevanja v zadnjih tridesetih letih se število vremensko pogojenih nesreč v svetu skokovito povečuje. Narasla sta tako silovitost in število naravnih nesreč, povečalo se je tudi število prizadetih ljudi, med katerimi je nesorazmerno največ najrevnejših. Globalno gledano narašča tako število poplav (EEA, 2005), vetrolomov, kot tudi katastrofalnih suš in vročinskih valov (slika 1).



Slika 1 : Naraščanje letnega števila katastrofalnih suš, vročinskih valov in plazov (zgoraj) ter števila poplav (spodaj) po svetu v obdobju 1980-2006 (vir: NatCatSERVICE, 2008)

2 Ocenjena škoda zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov v obdobju 1994-2006

Od leta 1994 do 2005 so v Sloveniji suše, poplave, toča in močan veter povzročili 70% vse nastale škode, pri čemer je škoda definirana kot izguba na sredstvih in drugih dobrinah zaradi elementarne nesreče ali drugega vzroka. Lahko je a) neposredna ali direktna, b) posredna ali indirektna ter c) izražena kot stroški, ki so nastali kot posledica neposredne škode. Višina škode je med leti nihala, povprečno pa je v omenjenem obdobju znašala vsaj 0,55% letnega bruto domačega proizvoda (BDP). Po oceni Urada Republike Slovenije za zaščito in reševanje, ki spremlja tudi posredne stroške, povezane s škodo po naravnih nesrečah, je ta delež še mnogo višji – okoli 2% BDP (URSZR, 2008). V posameznih letih je lahko škoda, ki jo povzročijo te nesreče, še znatno večja; leta 1990 je na primer škoda, ki jo je povzročila vodna ujma, presegla petino BDP.



Slika 2: Struktura ocenjene škode glede na vzrok za nastanek elementarne nesreče v Sloveniji v obdobju 1994-2005 (Vir podatkov: SURS, 2008)

Skupno so v obdobju 1994-2005 največ škode povzročile suše (24%) in poplave (18%), sledijo toča (14%), neurje (14%), plazenje tal in snega (11%), pozeba je v povprečju povzročila okrog 5% ter žled 4% skupne ocenjene škode (slika 2). Kmetijstvo je zaradi neposredne odvisnosti od vremena in podnebja tista dejavnost, kjer je ocenjena gmotna škoda največja. V obdobju 1996-2006 je od skupne ocenjene škode zaradi naravnih nesreč kmetijstvo utrpelo kar 57% vseh škod (preglednica 1). V posameznih letih je bil ta delež še bistveno večji, kot npr. v katastrofalno sušnih letih 2003 (93%) in 2006 (86%).

Preglednica 1: Ocenjena skupna škoda ter škoda v kmetijstvu (v mio. EUR) zaradi naravnih nesreč v obdobju 1996-2006 v Sloveniji

LETO	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Skupna škoda	21	71	147	41	109	73	20	154	75	78	83
Škoda v kmetijstvu	7,8	52	40	18	65	51	9	143	31	42	71
Delež škode v kmetijstvu	0,37	0,73	0,27	0,43	0,60	0,70	0,44	0,93	0,41	0,54	0,86
Odstotek (%) škode, ki jo je povzročila posamezna naravna nesreča glede na skupno škodo											
Poplava	9	4	52	12	8	1	11	0	15	3	-
Suša	1	16	0	7	70	57	1	83	0	-	60
Neurje	9	14	7	31	8	2	16	1	3	31	4
Toča	12	17	5	12	1	12	21	4	39	56	23
Pozeba	6	27	1	0	0	24	8	2	-	4	-
Drsenje tal, snega	22	7	14	32	9	2	18	1	4	5	3
ostalo	41	15	21	6	4	2	25	9	39	1	10

(Vir podatkov: SURS, 2008)

3 Pregled močnejši neurij v letu 2008

V letu 2008 so Slovenijo zajela številna močnejša neurja, ki so povzročila veliko škodo tudi v kmetijstvu. V preglednici 2 so podani izredni vremenski dogodki med 1.majem in 15.septembrom, ki so povzročili večjo škodo. Med njimi izstopata neurje 13. in 14.julija, ki je prizadelo večji del Slovenije, škodo pa je poleg močnih nalivov in toče povzročal zelo močan veter ter neurje s točo 15.avgusta, ki je pustošilo predvsem v vzhodnem delu države in povzročilo za več deset milijonov eurov škode. Po zbranih podatkih letošnje leto glede na število neurij ni rekordno, saj našo državo vsako leto zadene v povprečju 22 hujših neurij (Kajfež-Bogataj in sod., 2003), l. 2002 smo jih imeli npr. kar 32. Seveda pa se višina škode od dogodka do dogodka zelo razlikuje glede na jakost pojava, trajanje pojava ter predvsem velikost območja, ki ga prizadene. Toča, ki je letos pustošila 14 krat, se je pojavila pogostejše kot v povprečju, saj je v obdobju 1993-2002 zabeleženih povprečno 9 dogodkov z močnejšo točo letno. Določitev dokončne škode zaradi posledic naravnih nesreč je dolgotrajen postopek, ki zahteva sodelovanje številnih ustanov kot so Uprava republike Slovenije za zaščito in reševanje, občinske in regijske komisije za oceno škode, državna komisija, ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, državni zbor ter vlada RS, zato bo na končno oceno škode za letošnje leto potrebno počakati še nekaj časa.

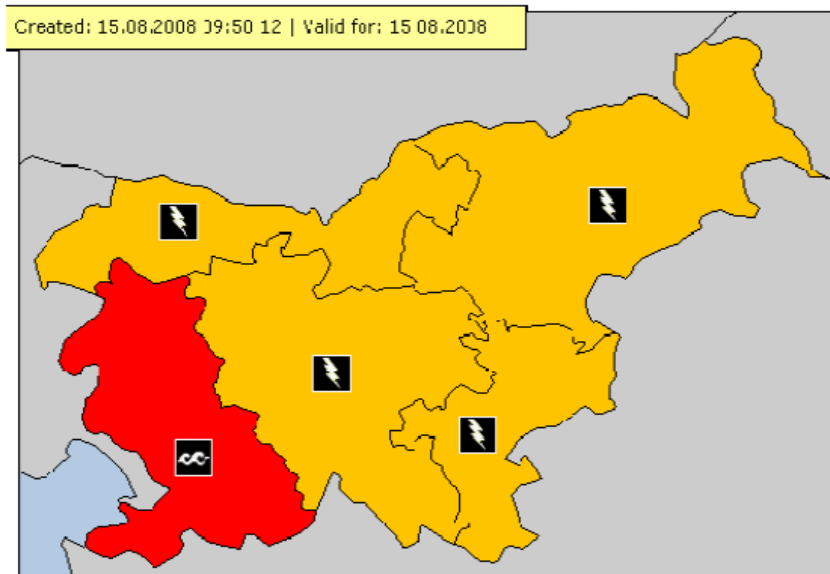
Preglednica 2: Pregled močnejših neurij v Sloveniji med 1.majem in 15.septembrom 2008

Datum	Vrsta dogodka	Statistična regija
01. maj	- neurje s točo	Notranjsko-kraška
19. maj	- neurje	Podravska
30. maj	- neurje s točo	Jugovzhodna Slovenija, Osrednjeslovenska
02. junij	- neurje, plazenje tal	Gorenjska, Koroška, Osrednjeslovenska
03. junij	- neurje s točo, - plazenje tal	Podravska, Pomurska, Savinjska, Spodnjeposavska

05. junij	- neurje	Gorenjska, Savinjska
11. junij	- neurje, plazenje tal	Koroška
17. junij	- neurje s točo - plazenje tal	Goriška, Osrednjeslovenska, Savinjska, Spodnjeposavska
24. junij	- neurje s točo	Podravska, Pomurska, Savinjska
04. julij	- neurje s točo	Jugovzhodna Slovenija, Podravska, Pomurska, Savinjska, Spodnjeposavska
07. julij	- neurje s točo	Obalno-kraška, Osrednjeslovenska, Savinjska
13. julij	- neurje s točo - močan veter	Gorenjska, Koroška, Osrednjeslovenska, Podravska, Pomurska, Savinjska
14. julij	- neurje s točo	Goriška
02. avgust	- neurje s točo	Jugovzhodna Slovenija, Spodnjeposavska, Zasavska
08. avgust	- neurje s točo	Gorenjska, Jugovzhodna Slovenija, Notranjsko-kraška, Osrednjeslovenska
15. avgust	- neurje s točo	Jugovzhodna Slovenija, Podravska, Pomurska, Spodnjeposavska
23. avgust	- neurje s točo	Gorenjska, Osrednjeslovenska, Savinjska
12. september	- neurje s točo	Gorenjska, Podravska, Pomurska

4 Kaj lahko storimo za zmanjšanje ogroženosti zaradi vremensko pogojenih naravnih nesreč?

Glede na neizogibnost ekstremnih vremenskih dogodkov je nujno, da v sodelovanju meteorološke in kmetijske stroke dobro ocenimo tveganja za vremensko pogojene naravne nesreče in se nanje ustrezno pripravimo. Sistemski Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč, ki je bil sprejet l. 2003, daje poseben poudarek izdelavi kart območij ogroženosti z naravnimi nesrečami (poplave, suše, plazenje tal itd). Namen njihove uporabe je obvarovanje pred posredno in neposredno nevarnostjo ter predvidevanje zahtevanih ukrepov za preprečevanje in zmanjšanje morebitnih posledic (Uradni list RS, 2003). Poleg izdelanih kart ogroženosti ter agrometeoroloških kart (npr. fenološke karte, karte termalnega časa, karte trajanja sončnega obsevanja) je pri načrtovanju kmetijske proizvodnje potrebno izbirati vrste ter dejavnosti, ki so manj ranljive. Kratkoročni ukrepi za zmanjšanje škod zaradi vremensko pogojenih naravnih nesreč temeljijo na izboljšanju napovedi vremenskih ekstremov v časovni skali od nekaj ur do nekaj dni. Agencija Republike Slovenije za okolje je od junija 2008 vključena v evropski sistem obveščanja o nevarnih vremenskih pojavih Meteoalarm. To je projekt Evropskega združenja državnih meteoroloških služb Eumetnet, ki na spletni strani www.meteoalarm.eu prikazuje vremenska opozorila za 25 držav, ki so vključene v projekt. Stopnje opozoril za države in njihove regije so označene z barvami - z zeleno (ni nevarnosti), rumeno (potencialna nevarnost), oranžno (nevarnost) in rdečo (velika nevarnost), zaenkrat pa je nemogoče vnaprej napovedati točne lokacije teh neurij.



Slika 2: Meteoalarm: primer prikaza vremenskih opozoril za Slovenijo za 15. avgust 2008, ko so Slovenijo zajela neurja s točo. Temnejša barva za jugozahodni predel označuje, da so napovedane vremenske razmere zelo nevarne (znak opozarja na možno poplavljanje obalnih predelov in močno vzvalovano morje), svetlejša barva za ostale predele pa, da so vremenske razmere nevarne (znak opozarja na možne nevihte z močnejšimi nalivi in točo) (Vir: <http://www.meteoalarm.eu/>)

V veliko pomoč pri ogroženosti zaradi naravnih nesreč so lahko tudi določeni fizični ukrepi. Tako lahko pri ogroženosti s poplavami poskrbimo za ustrezne nasipe, poplavna območja, drenažne sisteme, primerno vzdrževanje strug rek, potokov in hudournikov. Po podatkih SURS-a se površina namakanih kmetijskih zemljišč povečuje. V letu 2007 je bilo namakanih okrog 4.200 ha kmetijskih zemljišč, kar je za skoraj polovico več kot leto poprej (SURS, 2008). Kljub temu je na tem področju potrebno storiti še marsikaj, vključno s poenostavljanjem postopkov za pridobitev dovoljenj za namakanje. Na veliki večini namakanih zemljišč je v uporabi sistem oroševanja, ki ga lahko hkrati uporabimo tudi kot sistem zaščite pred pozebo. Za varovanje nekaterih pridelkov so uporabne protitočne mreže, pri nas pa se je za tovrstno zaščito pridelkov zaradi velike naložbene vrednosti odločalo do sedaj premalo pridelovalcev. Med prevetivne ukrepe na področju varovanja pred naravnimi nesrečami Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP) izvaja sistem sofinanciranja naložb v prilagajanje kmetijske dejavnosti spremenjenim podnebnim razmeram, kamor spadata tudi postavitev namakalnih naprav ter protitočnih mrež (primer letošnji julijski razpis za tovrstne naložbe za področje vrtnarstva).

Blažitev posledic škode zaradi vremensko pogojenih naravnih nesreč nam omogoča tudi zavarovanje pridelka. Sofinanciranje zavarovalnih premij s strani države za zavarovanje kmetijskih posevkov in plodov za osnovne zavarovalne rizike se je pričelo v letu 2006, ko je bil delež sofinanciranja 30%. V letu 2007 je bilo sofinanciranje povečano na 40%, nekatere občine pa krijejo še manjkajočo razliko do 50%, kar je po evropskih predpisih **najvišji odstotek dovoljene državne pomoči v obliki subvencije za zavarovalno premijo**. V letu 2007

je bilo sklenjenih dobrih 10.000 polic za zavarovanje posevkov in plodov ter nekaj več kot 7.500 polic živinorejskih zavarovanj, kar je glede na število okrog 77.000 kmetijskih gospodarstev v Sloveniji še vedno zelo malo – 22%. V letu 2008 je bil dodatno razširjen namen zavarovanj za nevarnost toče, požara, udara strele (Uredba o sofinanciranju zavarovalnih premij za zavarovanje kmetijske proizvodnje in ribištva za leto 2008). Ker zakon določa, da »sredstev ni mogoče pridobiti ali dodeliti za odpravo posledic neugodnih vremenskih razmer v kmetijski proizvodnji, če je bila za odpravo teh posledic omogočena pridobitev državne pomoči v obliki sofinanciranja zavarovalne premije.«, se bo v bodoče število zavarovanj v kmetijstvu najbrž povečalo, kar bi lahko ugodno vplivalo tudi na višino zavarovalne premije. Za leto 2009 je po sklepu Vlade RS predvideno povečanje sofinanciranja zavarovalne premije s sedanjih 40% na 50% enotno za vse kmetijske pridelovalce.

Glede na dejstvo, da izrednih vremenskih dogodkov ne moremo preprečiti, je zelo pomembno, da jih znamo pravočasno napovedati in se nanje pripraviti tako, da nam bodo povzročali čim manj škode. V bodoče bo zato nujno nameniti še več pozornosti interdisciplinarnim študijam, ki bodo kratkoročno in dolgoročno pripomogle k manjši ranljivosti in večji prilagodljivosti našega kmetijstva na ekstremne vremenske dogodke.

5 Literatura

- Črepinšek, Z.; Kajfež-Bogataj, L.; Žust, A. 2006. Metode za zaščito kmetijskih rastlin pred pozebo. V: TAJNŠEK, Anton (ur.). *Novi izzivi v poljedelstvu 2006: zbornik simpozija*, Rogaška Slatina, (7. in 8.12.). Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, str. 184-192
- EEA-European Environmental Agency. 2005. Podnebne spremembe in poplavljanje rek v Evropi. Briefing 1/2005, http://reports.sl.eea.europa.eu/briefing_2005_1/ (12.9.2008)
- Gams, I. 1998. O napovedani podnebni spremembi in njenem vplivu na naravne nesreče v Sloveniji. *Ujma*, Ljubljana, 12: 79-82
- Kajfež-Bogataj, L.; Bergant, K. 2005. Kakšno bo podnebje v Sloveniji v tem stoletju? *Ujma*, Ljubljana, 19: 218-223
- Kajfež-Bogataj, L.; Sušnik, A.; Črepinšek, Z.; Bergant, K.; Kurnik, B.; Matajc, I.; Rogelj, D.; Cegnar, T.; Žust, A.; Dolinar, M.; Pečenko, A.; Gregorič, G.; Roškar, J. 2003. Ranljivost slovenskega kmetijstva in gozdarstva na podnebno spremenljivost in ocena predvidenega vpliva. Ljubljana: Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Agencija Republike Slovenije za okolje, 146 str.
- MeteoAlarm, 2008. Vremenska opozorila: Slovenija. <http://www.meteoalarm.eu/> (15.8.2008)
- NatCatSERVICE. 2008. Geo risks - Great natural disasters since 1950. http://www.munichre.com/en/ts/geo_risks/natcatservice/default.aspx (1.9.2008).
- SURS. 2008. Statistični urad republike Slovenije, SI-STAT podatkovni portal: Ocenjena škoda, ki so jo povzročile elementarne nesreče <http://www.stat.si/pxweb/database/ekonomsko/ekonomsko.asp>. (3.9.2008)
- Sušnik A.; Žust, A. 2005. Neurja s točo leta 2004 in škoda v kmetijstvu. *Ujma*, 19: 87-92
- Uradni list RS. 2008. Uredba o sofinanciranju zavarovalnih premij za zavrovanje kmetijske proizvodnje in ribištva za leto 2008. 68/2008, s.9257
- Uradni list RS. 2003. Zakon o odpravi posledic naravnih nesreč. 75/2003, s.11333
- URSZR, 2008. Uprava republike Slovenije za zaščito in reševanje: Sistem varstva pred naravnimi in drugimi nesrečami. <http://www.sos112.si/slo/index.php> (12.9.2008)

Definicije agrometeoroloških indikatorjev pri določanju območij z omejenimi možnostmi pridelovanja (OMD)

Andreja SUŠNIK¹¹⁵, Ana ŽUST¹¹⁶

Izvleček

Problematika razmejitve območij z omejenimi možnostmi pridelovanja (OMD) v Evropi je zelo kompleksna. Zaradi potrebe po bolj usmerjeni in racionalizirani pomoči kmetom je metodologija sheme OMD trenutno v procesu revizije. Revizija OMD vključuje tudi iskanje najbolj primernih diagnostičnih kriterijev za določanje območij s slabo produktivnostjo tal in slabimi podnebnimi razmerami v evropskem kmetijstvu. Pri določanju območij imajo pomembno vlogo tudi agrometeorološki (klimatski) indikatorji. V postopku iskanja primernih indikatorjev in pragov je ključna enotna in natančno definirana metodologija. Za potrebe vmesne diskusije na Evropskem svetu je Ministrstvo za kmetijstvo, prehrano in gozdarstvo Agencijo za okolje RS zaprosilo za izdelavo izračunov na osnovi »vmesne« metodologije določanja biofizikalnih indikatorjev, ki so trenutno v obravnavi. Pri uporabi kriterijev smo se soočili s težavami pri osnovnih definicijah. Glede na to, da je metodologija še v obravnavi, bomo nekaj izhodišč za diskusijo in preliminarne zaključke predstavili v članku.

Ključne besede: območja z omejenimi dejavniki, OMD, biofizikalni indikatorji, podnebje

Definitions of agrometeorological indicators by identification on »Less Favoured Areas (LFA)«

Abstract

Problems with the delimitation of Less Favoured Areas (LFA) in Europe is very complex. With the need for a better targeting and rational LFA support to the farmers a LFA scheme is under review process for the present. The review includes also seeking for the most suitable diagnostic indicators for detection of low soil productivity and poor climate conditions in European agriculture. By the delimitation of LFA areas the agrometeorological (climate) indicators are also very important. By the LFA determination are of high importance also agrometeorological (climate) criterion. In the process of seeking for the most suitable criteria and threshold values the common and precise defined methodology is crucial. For the purpose of "intermediate" LFA discussion in the frame of European Council, Environmental Agency of the Republic of Slovenia was requested form the Slovenian Ministry of agriculture, forestry and food for preliminary "intermediate" climate indicators according to biophysical criteria, which are currently under discussion. By application criterion we have been faced with some difficulties by the elementary definitions. Regarding the fact that methodology is still under the discussion, some preliminary starting points for discussion and preliminary conclusions will be presented in the paper.

Key words: less favoured areas, LFA, biophysical indicators, climate

1 Uvod

Območja z omejenimi možnostmi za kmetijsko dejavnost (OMD) so v skladu z evropskimi in nacionalnimi predpisi opredeljena kot območja posebnega javnega pomena. Kot taka so deležna izravnalnih plačil v okviru Programa razvoja podeželja Republike Slovenije 2007-2013. Ukrep krije dodatne stroške, ki nastajajo na teh območjih zaradi posebnih, težjih naravnih danosti, ki neugodno vplivajo na kmetovanje in izrazito dražijo kmetijsko pridelavo. OMD v Sloveniji pokrivajo okoli 85 odstotkov ozemlja države (KGZS, 2008). Izravnalna

¹¹⁵ Mag. univ. dipl. inž. agr., Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: andreja.susnik@gov.si

¹¹⁶ Univ. dipl. inž. agr., Agencija RS za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: ana.zust@gov.si

plačila, ki so del skupne kmetijske politike EU, imajo pomembno vlogo na območjih, kjer naravne in strukturne danosti ne omogočajo konkurenčnosti kmetijske pridelave (na primer v alpskih območjih). S tem ukrepom se kmetijstvu in podeželskim območjem priznava večnamenskost in zagotavljata primerna obdelanost kmetijskih zemljišč ter uvajanje okolju prijaznih postopkov pridelave. Na ta način kmetijstvo opravlja družbeno pomembne storitve, kot so ohranjanje poseljenosti, kulturne krajine, okolja, ki niso neposredno tržno merljive.

Ukrep je namenjen ohranjanju in spodbujanju sonaravnih sistemov kmetovanja, ohranjanju kulturne krajine, trajnostni rabi kmetijskih zemljišč in ohranitvi delovnih mest na podeželju. Predmet podpore je izravnalno plačilo gospodarstvom v OMD, ki krije stroške, nastale v teh območjih zaradi posebnih naravnih danosti, ki neugodno vplivajo na kmetovanje.

Pomoč kmetom preko OMD mehanizma obstaja že od leta 1975, shema pa je v zadnjem obdobju v novem Programu razvoja podeželja 2007-2013 podvržena močni evoluciji, ki je bila predmet številnih dvomov, predvsem panela finančnih ekspertov EU v letu 2003, ki so priporočili recenzijo obstoječe klasifikacije OMD kot tudi celotne sheme pomoči. V 2005 je bila oblikovana sprememba meril za pomoč kmetom v območjih s težjimi razmerami za kmetijstvo v osi 2. Ker v letu 2005 ni bilo dogovora o novem sistemu plačil OMD, ki bi bil bolj sinhron z novim programom, bo do januarja 2010 v veljavi star sistem. Komisija je bila pozvana, da pripravi revizijo OMD in da leta 2008 predstavi poročilo in predlog glede novega plačilnega sistema (European Commission, 2008). Ta naj bi bil fiksiran na osnovi kmetovih dodatnih stroškov in izgub pridelka zaradi ovir v pridelavi v določeni regiji. Večja odgovornost naj bi bila, glede na prejšnji sistem, predana na nacionalni nivo.

Komisija je pripravila neodvisno oceno v novembru 2006. Istočasno pa je strokovno telo – Joint Research Center (JRC) razvijalo ogrodje za biofizikalne kriterije, ki bi določali značilne ovire za evropsko kmetijstvo. Zaradi multidimenzionalne analize vprašanj je bila oblikovana tudi skupina, ki vključuje predstavnike vseh vpletenih inštitucij. V dveh krogih so potekali tehnični sestanki med Komisijo in Državami članicami. Konec junija 2008 je bil izdan dokument v splošno obravnavo, ki ponuja štiri možne variante (»status quo«, »common criteria« - skupni kriteriji, »eligibility criteria« - primerni kriteriji, »high nature value«).

V nadaljevanju prispevka se bomo osredotočili le na metodologijo določanja biofizikalnih dejavnikov s poudarkom na podnebnih dejavnikih (v dokumentu objavljenih pod poglavjem »skupni kriteriji«). Varianta »skupni kriteriji« določa na osnovi biofizikalnih indikatorjev (preglednica 1) kriterije in mejne vrednosti za optimalno razmejitev območij. Ti kriteriji bodo soglasno usklajeni v skupnem aktu Evropskega Sveta. V prvi fazi bodo območja označena kot neugodna, če bo dosežen prag vsaj v enem dejavniku, ne glede na ostale talno-podnebne dejavnike. V drugem koraku bo razmejitev še izpopolnjena na osnovi dejanskega vpliva na kmetijstvo. Poskušali bomo oceniti podnebne kriterije (A), za nekatere izbrane lokacije v Sloveniji. Kriterijev C in D v analizi nismo upoštevali zaradi pomanjkanja podatkov in pomanjkljivega opisa metodologije.

2 Diagnostični podnebni dejavniki metodologije OMD

Biofizikalne dejavnike smo analizirali na 19-tih izbranih meteoroloških postajah v Sloveniji, ki imajo homogen niz podatkov v obdobju 1961-2007 (le nekatere postaje imajo krajši niz podatkov: Vogel (od 1982 dalje), Babno polje (manjka obdobje od 1991 do 2003), Lisca (od 1984 dalje) in so enakomerno razporejene po Sloveniji tako prostorsko kot tudi po nadmorski višini. Uporabili smo naslednje meteorološke

postaje Agencije RS za okolje (Meteorološki podatki, 2008), ki smo jih razdelili po nadmorski višini (n. v.) v tri razrede:

- a) Nižinske postaje (do 600 m n. v.): Postojna (533 m), Kočevje (461 m), Ljubljana (299 m), Brnik (384 m), Novo mesto (220 m), Črnomelj (157 m), Celje (244 m), Maribor (275 m), Murska Sobota - Rakičan (188 m), Lendava (195 m), Bilje (55 m);
- b) višinske postaje (do 1000 m n. v.): Nova vas na Blokah (722 m), Babno polje (756 m), Planina pod Golico (970 m), Lisca (922 m) in Rateče Planica (853 m);
- c) višinske postaje (nad 1000 m n. v.): Vojsko (1067 m), Vogel (1535 m), Krvavec (1740 m).

Uporabili smo metodologijo določanja biofizikalnih dejavnikov (A) opisanih v preglednici 1.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 DOLŽINA VEGETACIJSKEGA OBDOBJA – PRIMERJAVA DVEH METOD

Dolžina vegetacijskega obdobja (število dni) je v predlogu JRC definirana kot število dni s povprečno dnevno temperaturo zraka v letu, višjo od 5 °C (LGpT5) (preglednica 1).

V običajnih agrometeoroloških analizah in tudi po nomenklaturi indikatorjev Evropske okoljske agencije, ki jo uporabljamo tudi v Sloveniji (metodologija CCL/CLIVAR (Working Group on Climate Change Detection, European Assessment & Datasets) (Kazalci okolja, 2006), pa je dolžina vegetacijskega obdobja definirana kot število dni med spomladanskim in jesenskim temperaturnim pragom. Temperaturni prag je presežen, ko je spomladi vsaj šest dni zaporedoma povprečna dnevna temperatura zraka višja, jeseni pa nižja od 5°C. Za podnebne razmere v Sloveniji je bil dopolnjen spomladanski pogoj tako, da spomladanski temperaturni prag nastopi, ko je spomladi zadnjič šest ali več zaporednih dni s temperaturo zraka, višjo od 5°C. S tem smo izločili vsaj šest dni trajajoče zgodnje zimske otoplitve (CLIVAR_{SI}).

V analizi smo uporabili obe metodi (LGpT5 in CLIVAR_{SI}) izračuna dolžine vegetacijskega obdobja:

- **Metoda CLIVAR_{SI}**: število dni v vegetacijskem obdobju, kjer sta začetek in konec vegetacijskega obdobja določena z nastopom šestih zaporednih dni s povprečno dnevno temperaturo nad oziroma pod 5°C;

- **Metoda LGpT5**: število dni v celoletnem obdobju (1. januar – 31. december).

Pri analizi števila dni sta za pomembna dva praga, 150 in 180 dni, na podlagi katerih lahko tvorimo posamezne razrede:

- **1. razred** (število dni < 150): zelo omejeno,
- **2. razred** (150 < število dni < 180): omejeno,
- **3. razred** (število dni > 180): neomejeno.

V obeh primerih se je izkazalo, da dolžina vegetacijskega obdobja v Sloveniji za večine nižinskih kmetijskih pridelovalnih območij ni omejevalni dejavnik glede na mejne vrednosti za ta indikator v preglednici 1. Rezultati so pokazali, da povprečno

število dni v vegetacijskem obdobju zelo presega prag 180 dni in da se pri določenih postajah (Kočevje, Postojna) le redko najde takšno leto, ko je vrednost manjša od 180. Višinske regije (izbrane lokacije nad 1000 m) pa kažejo, da so redka leta, ko je prag 180 m presežen (preglednica 2).

V naslednjem koraku smo naredili še razliko med obema metodama računanja števila dni in ugotovili, da je le-ta v povprečju višja po metodi LGPt5 v nižinskih predelih za okoli 20 dni, v višinskih predelih pa za 15 dni. Največje razlike so se pojavile na postajah v južnem delu Slovenije (Kočevje, Postojna, Črnomelj), ki so posledica poznega nastopa vegetacijskega obdobja. Razlike se tako raztezajo od vrednosti en dan pa vse tja do 70 dni v posameznih letih. Vendar to ne vpliva na končni rezultat – umestitev vseh nižinskih postaj v razred 3, t.j. povprečna dolžina obdobja izračunana po obeh metodah ni omejevalni indikator. V primeru višinskih postaj nad 1000 m pa po metodi CLIVAR_{SI} lahko padejo določene postaje v razred 1 (npr. Krvavec), oziroma se tudi temu zelo približajo (Vogel). Če uporabimo metodo LGPt5, pa postaje v visokogorju padejo v 2. razred omejenega območja. Tudi postaje v razredu od 600 do 1000 m se po obeh metodah približajo zgornji meji razreda 2.

Preglednica 1: Biofizikalni indikatorji (European Commission, 2008)

	Kriterij	Definicija	Prag < ni omejitev > huda omejitev	Prag < huda omejitev > zelo huda omejitev
A. Klima	Nizke temperature	- Dolžina vegetacijskega obdobja (število dni) definirana kot število dni s povprečno dnevno temperaturo zraka > 5°C (LGpT5)	180 dni	150 dni
		- Vsota temperatur (stopinjski dnevi) znotraj vegetacijskega obdobja definirano z akumulirano dnevno povprečno temperaturo zraka na > 5°C	1500 stopinjskih dni	1200 stopinjskih dni
	Vročinski stres	Število dni in dolžina neprekinjenih obdobj (število dni) znotraj vegetacijskega obdobja, ko dnevna maksimalna temperatura zraka (Tmax) preseže prag	Eno ali več obdobj z vsaj desetimi zaporednimi dnevi z dnevno Tmax > 35°C	Eno ali več obdobj z vsaj desetimi zaporednimi dnevi z dnevno Tmax > 40°C
B. Tla	Drenaža	Območja, ki so za značilno obdobje leta prepojena z vodo in/ali poplavljeni (pomanjkanje zračnega kisika v tleh za rast korenin ali neprimerna za oranje)	Slabo drenirana tla (razred 3 po FAO 1994, navodila za opis tal) ali mokra tla v globini 80 cm v obdobju 6-ih mesecev vendar ne znotraj globine 40 cm več kot 11 mesecev	Slabo drenirana tla (razred 4 po FAO 1994, navodila za opis tal) ali mokra tla znotraj globine 40-ih cm za več kot 11 mesecev
	Globina korenin	Globina (cm) od površine tal do matične podlage	30 cm	15 cm
	Kemične lastnosti tal (slanost, kislost, toksičnost,...)	Prisotnost soli, izmenjevalnih natrijevih ionov, sadre,..v zgornji plasti tal	Slanost: 4 dS/m Natrij: 6 ESP (exchangeable sodium percentage) Sadra: 15%.	Slanost: 16 dS/m Natrij: 15 ESP (exchangeable sodium percentage) Sadra: 40 %.
C. Združen kriterij voda in tla	Vodna bilanca tal	Število dni znotraj vegetacijskega obdobja (LGpT5) definirana kot število dni s povprečno dnevno temperaturo zraka > 5°C, ko količina padavin in dostopna voda v talnem profilu preseže polovico potencialne avepottranspiracije (izračun po metodi Penman – Monteith)	90 dni	60 dni
D. Teren	Naklon	Sprememba višine glede na planimetrično distanco (%)	15%	30%

Preglednica 2: Povprečna, minimalna in maksimalna dolžina vegetacijskega obdobja po dveh metodah za izbrane meteorološke postaje po nadmorski višini (obdobje 1961 – 2007)

Postaja	Povprečje		Minimum		Maksimum	
Nižinske postaje do 600 m						
	CLIVAR _{SI}	LGpT5	CLIVAR _{SI}	LGpT5	CLIVAR _{SI}	LGpT5
Postojna	217	242	174	219	250	276
Kočevje	213	239	171	199	255	270
Ljubljana	239	256	205	229	278	299
Brnik	218	233	183	208	253	266
Novo mesto	233	253	197	230	277	294
Črnomelj	235	260	183	235	294	300
Celje	227	248	200	219	272	291
Maribor	235	252	205	226	268	288
Murska Sobota	229	246	196	223	265	282
Lendava	238	257	201	235	269	293
Bilje	270	288	240	263	311	324
Višinske postaje od 600 m do 1000 m						
Babno polje	182	206	156	186	212	227
Nova vas	196	223	160	195	239	258
Planina nad Golico	186	203	153	174	218	236
Lisca	194	224	165	203	234	252
Rateče Planica	183	198	153	171	211	223
Višinske postaje nad 1000 m						
Vojsko	185	205	147	180	215	242
Vogel	154	177	125	147	175	189
Krvavec	137	160	101	127	174	182

3.2 VSOTA TEMPERATUR ZRAKA (STOPINJSKI DNEVI) – PRIMERJAVA DVEH METOD

Pri analizi vsote temperatur zraka smo tako kot pri dolžini vegetacijskega obdobja uporabili obe metodi (LGpT5 in CCL/CLIVAR). Vsota temperatur je definirana kot akumulacija temperature zraka v vegetacijskem obdobju. Metodologija izračunavanja vsote akumulirane toplote je vezana na metodologijo izračunavanja dolžine vegetacijskega obdobja. Pri obravnavanju vsot temperatur vsot smo podobno kot pri trajanju vegetacijskega obdobja preizkusili obe metodi.

- **Metoda CLIVAR_{SI}**: Vsota temperatur zraka je definirana z akumulirano dnevno povprečno temperaturo zraka nad 5°C v obdobju med pragoma (glejte metodologijo v poglavju 3.1);

- **Metoda LGpT5**: Vsota temperatur zraka je definirana z akumulirano dnevno povprečno temperaturo zraka nad 5°C v celoletnem obdobju (1. januar – 31. december).

Pri analizi vsot temperatur sta pomembna dva praga, 1200°C in 1500°C, na podlagi katerih smo določili 3 razrede:

- **1. razred** (vsota T < 1200°C): zelo omejeno,

- **2. razred** ($1200^{\circ}\text{C} < \text{vsota } T < 1500^{\circ}\text{C}$): omejeno,
- **3. razred** ($\text{vsota } T > 1500^{\circ}\text{C}$): neomejeno.

Rezultati so pokazali, da so po eni in drugi metodi računanja kmetijsko pomembnejša območja v Sloveniji, ki se raztezajo do nadmorske višine 600 m, nad kriterijem temperaturne vsote 1500°C , ki ločuje območja z omejenimi možnostmi od neomejenih območij (preglednica 1). Dolgoletne povprečne vsote temperature (1961 – 2007) v vegetacijskem obdobju so med 2900°C do 4300°C , najvišje zabeležene večinoma leta 2000. V osrednji Sloveniji presegajo 4000°C oziroma so nad 4700°C v Primorju (preglednica 3). Pod 2000°C se v obravnavanem obdobju niso spustile niti minimalne vrednosti vsote temperature, dosežene konec osemdesetih let. Podobno kot temperatura zraka se s povečevanjem nadmorske višine vsote temperature zmanjšujejo. Tudi območja v hribovitih predelih in na visokih planotah, med 600 in 1000 metri nadmorske višine, so nad omejenimi vrednostmi. Pod kritično mejo 1500°C se spustijo vsote temperature le v visokogorju, nad 1500 metri nadmorske višine (Krvavec).

Preglednica 3: Povprečna, minimalna in maksimalna vsota temperatur zraka nad 5°C , izračunana po dveh metodah za izbrane meteorološke postaje po nadmorski višini (obdobje 1961 – 2007)

Postaja	Povprečje		Minimum		Maksimum	
Nižinske postaje (do 600 m)						
	CLIVAR _{SI}	LGpt5	CLIVAR _{SI}	LGpt5	CLIVAR _{SI}	LGpt5
Postojna	2998	3188	2494	2749	3609	3675
Kočevje	2986	3184	2175	2369	3561	3664
Ljubljana	3620	3760	3127	3255	4317	4431
Brnik	3129	3243	2627	2841	3596	3676
Novo mesto	3481	3641	2810	3190	4290	4385
Črnomelj	3622	3807	2988	3426	4567	4743
Celje	3378	3550	2931	2991	4108	4219
Maribor	3555	3692	3118	3202	4239	4376
Murska Sobota	3422	2565	2751	3056	3993	4179
Lendava	3623	3779	3111	3282	4227	4356
Bilje	4155	4308	3713	3849	4729	4796
Višinske postaje (od 600 m do 1000 m)						
Babno polje	2286	2460	1984	2093	2564	2812
Nova vas	2593	2793	2142	2362	3153	3306
Planina nad Golico	2318	2438	1872	2011	2660	2745
Lisca	2586	2807	1957	1996	3131	3257
Rateče-Planica	2368	2469	1923	1933	2794	2864
Višinske postaje (nad 1000 m)						
Vojsko	2313	2458	1951	2062	2717	2808
Vogel	1734	1903	1305	1447	2124	2201
Krvavec	1427	1600	561	583	1998	2095

3.3 VROČINSKI STRES

Vročinski stres je definiran kot število dni in dolžina neprekinjenih obdobj (število dni) znotraj vegetacijskega obdobja, ko dnevna maksimalna temperatura zraka (T_{max})

preseže določen prag (preglednica 1). V Sloveniji indikator vročinski stres ni omejevalni dejavnik, saj se v obravnavanem naboru postaj tak primer (zaporedno 10 dni) ni pojavil niti enkrat. Največ zaporednih dni s Tmax nad 35°C (7 dni) smo beležili na Goriškem leta 2006. Le za primer navajamo stanje takih primerov za obravnavane postaje v obliki najdaljših trajanj obdobja z maksimalno temperaturo zraka nad 35°C in let, v katerih so bili ekstremi doseženi (preglednica 4).

Preglednica 4: Trajanje obdobja s Tmax nad 35°C v letu in leta, v katerih so bili ekstremi doseženi v zaporednih dneh za izbrane meteorološke postaje po nadmorski višini (obdobje 1961-2007)

Postaja	Maksimalno število dni v letu	Maksimalno zaporedno število dni v letu
Kočevje	4 (2003)	2 (julij, 1983, 2003, 2007)
Ljubljana	8 (2003)	3 (avgust, 1992)
Brnik	3 (1992)	2 (julij, 1983; avgust, 1992)
Novo mesto	6 (2003)	3 (avgust, 2007)
Črnomelj	7 (2003)	5 (avgust, 2000)
Celje	10 (2003)	3 (avgust, 2000)
Maribor	8 (2003)	4 (avgust, 2007)
Murska Sobota	11 (1992)	5 (julij, 2007)
Lendava	6 (2003)	5 (julij, 2007)
Bilje	16 (2003)	7 (julij, 2006)

4 Sugestije za diskusijo

1. Pri podnebnih dejavnikih OMD je smiselno upoštevati že obstoječe nomenklature, ki so v praksi v Evropi (npr. CCL/CLIVAR metoda) v izogib podvajanja podatkovnih baz za različne namene. Za slovenske razmere temperaturne razmere, tako dolžina vegetacijskega obdobja kot tudi vsota temperatur in vročinski stres, niso omejevalni dejavniki za kmetijsko pridelavo po predlagani metodologiji, tudi če upoštevamo metode, ki so že v praksi.
2. V naboru biofizikalnih indikatorjev so poleg podnebnih indikatorjev tudi indikatorji, vezani na tla, kot na primer bilanca vode v tleh. Pri tem je potrebno od Komisije (JRC) pridobiti natančnejšo razlago metodologije za določitev rastlinam dostopne vode v tleh. V Evropi namreč obstaja veliko različnih definicij.
3. Meje podnebnih indikatorjev za obstoječa območja omejenih možnosti pridelovanja so za naše razmere preostre. V poštev pridejo le območja nad 1500 m nadmorske višine.
4. Glede na dejstvo, da naj bi nova nomenklatura OMD bolj racionalno in smiselno upoštevala nacionalne razmere, je potrebno predati naše sugestije, ko bo ekspertna skupina naredila bolj natančne korake v smeri končne metodologije biofizikalnih indikatorjev.
5. Potrebno je natančno definirati klimatološko obdobje, za katerega se bodo izračunali podnebni dejavniki. Predvsem je to nujno iz vidika spreminjajočega se podnebja.

5 Literatura

- European Commission. 2008. Review of the »less favoured area« scheme. Public consultation document for impact assessment. 14 s.
http://ec.europa.eu/agriculture/consultations/lfa/consultationdoc_en.pdf. (31.8.2008)
- Kazalci okolja 2005. 2006. Podnebne spremembe. Dolžina vegetacijskega obdobja. MOP-Agencija RS za okolje, Ljubljana, s. 126-127
- Meteorološki podatki. 2008. Ljubljana, Agencija RS za okolje (arhiv podatkov)
- KGZS. 2008. Spremembe v korist kmetov. <http://www.kgzs.si/novice> (18.2.2008)

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) in ocenjevanje dolgoročnih učinkov kmetijsko-okoljskih ukrepov na kakovost površinskih voda

Matjaž GLAVAN¹¹⁷, Sue WHITE¹¹⁸, Marina PINTAR¹¹⁹

Izвлеček

Kmetijsko-okoljski ukrepi so ena od najboljših možnosti za nadzor onesnaževanja iz kmetijstva in izboljšanje stanja voda, kot ga zahteva Vodna direktiva (2000/60/ES) do leta 2015. Kot učinkovito orodje za ugotavljanje primernosti ukrepov se priporoča uporaba modernih orodij kot je kmetijsko-okoljsko modeliranje. Model SWAT je učinkovito orodje za oceno točkovnega in netočkovnega onesnaževanja površinskih voda za širok spekter okoljskih razmer po celem svetu. V primerjavi z osnovnim scenarijem je dolgoletno povprečje modela povodja reke Axe pokazalo, da gre, ob ureditvi zatravljenih varovalni pasov, za vse kmetijske površine, pričakovati precejšnje (53%) znižanje količin sedimenta, dušika in fosforja v površinskem odtoku. Znižanje količin v reki na iztoku reke bi bilo za sediment 3,5%, za celotni dušik 21% in za celotni fosfor 48%. Ob uveljavljanju na vseh kmetijskih površinah v povodju bi ukrep angleške davkoplačevalce stal 940 tisoč funtov. Vsak nadaljnji ukrep, uveljavljen s strani kmetov, davkoplačevalce ne bi stal nič več, vendar bi bistveno prispeval k izboljšanju kakovosti okolja v povodju reke Axe.

Ključne besede: SWAT, kmetijstvo, kmetijsko-okoljski ukrep, površinske vode

Soil and Water Assessment Tool (SWAT) and assessment of agri-environmental measures long-term effects on surface waters quality

Abstract

Agri-environmental measures are one of the best solutions for pollution control originating from agriculture and improving the state of the waters until 2015 as is required by Water Framework Directive (2000/60/ES). Effective modern tools as agri-environmental models are proposed to be used for assessment of measures adequacy. SWAT model is effective tool for estimation of surface waters diffuse and point source pollution and for wide range of environmental conditions around the world. In comparison to the base scenario model long-term average for the river Axe catchment showed that, grassed buffer strips applied to all agricultural land, would bring considerable (53%) reduction in sediment, nitrogen and phosphorus in surface runoff. Reduction in river loads at the catchment outlet would be for sediment 3,5%, for total nitrogen 21% and for total phosphorus 48%. This measure applied to all agricultural land in the catchment would cost English tax payers 940 thousand pounds. Each further measure, applied by farmers, would not cost tax payers anything more, but it would bring considerable improvements to the quality of environment in the river Axe catchment.

Key words: SWAT, agriculture, agri-environmental measure, surface waters

¹¹⁷ M.Sc., univ.dipl.in.žr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

¹¹⁸ Ph.D., Cranfield University, School of Applied Sciences, Cranfield, Bedfordshire MK43 0AL, United Kingdom

¹¹⁹ Dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, Slovenija

1 Uvod

Ob poplavi različnih okoljskih ukrepov za izboljšanje stanja okolja, ki so jih preko posameznih programov kmetijsko-okoljskih plačil uvedle države Evropske unije (EU) se vsako leto prelije znatna količina denarnih sredstev. Zaradi preglednosti in učinkovitosti porabe sredstev je Svet Evropske Unije dne 20. 9. 2005 sprejel Uredbo št. 1698/2005, ki v uvodni izjavi (9) nalaga vsaki državi članici, da na podlagi strateških smernic pripravijo svoje nacionalne strateške načrte za razvoj podeželja, ki sestavljajo referenčni okvir za pripravo programov razvoja podeželja za obdobje 2007 - 2013, ki vključuje tudi kmetijsko-okoljska plačila. Uredba sveta nalaga državam članicam sledenje in pregled napredka programa glede na njegove cilje, kar omogoča izboljšanje kakovosti programov in njihovega izvajanja. Nalaga tudi možnost spremljanja in meritev sočasno z izvajanjem, za kar morajo države članice oblikovati ustrezne indikatorje, ki so merljivi. V cilje ukrepov kmetijsko-okoljskih plačil so v veliki meri vključene tudi zahteve Vodne direktive (2000/60/ES), ki zahteva nove ekološke standarde za reke, jezera, podzemne vode in priobalne vode do leta 2015 (EU, 2000). To pomeni, da morajo države članice EU poiskati rešitve za znižanje ali ohranitev obstoječih koncentracij onesnažil v vodah.

Kot učinkovito orodje za ugotavljanje ekološke in ekonomske primernosti ukrepov v okviru kmetijsko-okoljskih plačil se priporoča uporaba modernih orodij kot je kmetijsko-okoljsko računalniško modeliranje, ki se je v EU in ZDA v zadnjih 20 letih že zelo razširilo. Leta 1977 je v ZDA zakon o ohranjanju virov (Resources Conservation Act) zadolžil ministrstvo za kmetijstvo (USDA), da pripravi nacionalno analizo stanja vodnih in podzemnih virov. Že ob prvi analizi, leta 1980, se je pokazala nujnost po razvoju napredne tehnologije za oceno učinkov erozije tal na produktivnost zemljišč (Putnam in sod., 1988). V ta namen je ekipa modelarjev USDA, v zgodnjih 80-ih, razvila model Erosion Productivity Impact Calculator (EPIC), s čimer je bila zapolnjena tehnološka vrzel (Williams in sod., 1984) in v letu 1985 so model prvič uporabili za oceno stanja in učinkov erozije tal na 135 območjih v ZDA (Putnam in sod., 1988).

Za modeliranje procesov na površini več sto ali tisoč kvadratnih kilometrov so razvili model Soil and Water Assessment Tool (SWAT), ki je bil uporabljen pri tej raziskavi. V okviru USDA je bilo jedro modela razvito v začetku 90-ih na podlagi 30 letnih izkušenj z modeliranjem z združitvijo treh že obstoječih modelov (CREAMS, EPIC, GLEAMS). Model je učinkovito orodje za oceno problemov točkovnega in netočkovnega onesnaževanja površinskih vodotokov za širok spekter okoljskih razmer po celem svetu (Arnold in sod., 1998; Arnold in Fohrer, 2005). Vedno bolj postaja pomemben tudi v Evropi še zlasti v EU, po uveljavitvi Vodne direktive v letu 2000. Le-ta zahteva orodja, ki omogočajo celovit in povezan nadzor nad upravljanjem s povodij. Njegova uporabnost je še večja, ker je model zelo fleksibilen in ga lahko uporabimo na številnih območjih pod zelo različnimi okoljskimi pogoji. Ob nadgradnji ali souporabi ekonomskih modelov je možno oceniti tudi finančne učinke ukrepov z vidika vpliva na okolje.

Entry level Stewardship (ELS) je eden od treh elementov kmetijsko-okoljskih neposrednih plačil v okviru angleškega programa za razvoj podeželja (The Rural Development Programme for England 2007-2013), ki je celoten vreden 3,9 milijarde funtov (DEFRA, 2007). ELS je le ena izmed številnih možnosti pridobivanja neposrednih plačil, saj obstaja še 12 drugih kmetijskih in okoljskih shem. Osnovni namen teh plačil je izboljšati kakovost voda in

zmanjšati obseg erozije tal, izboljšati pogoje življenja divjih živali, ohranjati in okrepiti značilnosti krajine in zaščititi zgodovinsko pomembna območja. V ELS je trenutno vključenih 4.394,466 ha oz. 51% vseh kmetijskih zemljišč na območju Anglije.

Letno plačilo za izvajanje ukrepov je 30 oz. 8 funtov po hektarju na vse površine, vključene v ukrep. Izbirati je možno med preko 50 ukrepi (striženje živic, vzdrževanje kamnitih zidov, ekstenzivno travinje, varovalni pasovi), ki pokrivajo vse vrste kmetovanja. Da kmetje prejmejo plačila, morajo doseči primerno število točk, to je 30 točk/ha. Na območjih z omejenimi dejavniki in parcelah, ki so večje od 15 hektarjev je mejno število 8 točk/ha (DEFRA, 2005).

Namen te naloge je, na konkretnem primeru ponazoriti uporabnost SWAT modela kot orodja za oceno učinkovitosti kmetijsko okoljskih ukrepov na kvaliteto površinskih voda. In prikazati, ali je izvajanje ukrepov finančno opravičljivo in ali vložena sredstva izkazujejo zaželene kratkoročne oz. dolgoročne vplive na okolje.

2 Material in metode dela

2.1 Območje raziskovanja

Povodje reke Axe leži ob jugo-zahodni obali Združenega Kraljestva na območju velikem 400 km² in na nadmorski višini 0 do 316 m. Topografijo zaznamujejo zelo strma pobočja, ki razdvojajo posamezne pritoke. Dolina reke Axe je relativno široko odprta s ploskim dnom po katerem meandrira reka in se konča z rečnim ustjem. Povprečne padavine v obdobju 1986 in 2005 (20 let) se od severa (1100 mm) do juga (820 mm) nižajo in v povprečju letno pade 1063 mm z največjim deležem padavin v jesensko-zimskih mesecih. Na severu povodja se povprečne mesečne temperature gibljejo med 4,9°C (februar) in 16,1°C (avgust), in na jugu med 6,1°C (februar) in 17°C (avgust). Kmetijske površine predstavljajo 94% vse površine povodja, od tega je 73% travnikov in pašnikov, 21% njiv; gozda je le za 4% vse površine. Vključenost v ELS kmetijsko-okoljske ukrepe se giblje med 2 do 21% vseh kmetijskih zemljišč, kar pomeni, da obstajajo še velike rezerve (DEFRA, 2007). Za povodje je značilna mlečna proizvodnja, saj je po kmetijski statistiki na območju skoraj 19.000 krav molznic. V povodju je tudi okoli 50.000 ovc, ki pasejo po strmih pašnikih. Izvori onesnaženja so zelo razpršeni, z okoli 400 točkami komunalnih iztokov, od katerih jih 38 predstavlja kar 94% vsega dnevnega iztoka. Povprečna letna vsebnost suspendiranih sedimentov v vodi je bila v letu 2002 57,7 mg/l, kar je več, kot določa standard za kvaliteto okolja (EQS) 30 mg/l, angleške okoljske agencije (Environmental Agency – EA). Povprečna letna vsebnost nitratnega dušika je 4 do 5 mg/l, kar izpolnjuje EQS, in po trditvah EA ne predstavlja resnega problema. Povprečna letna vsebnost orto-fosforja za obdobje 2003 do 2005 je bila 0,23 mg/l, kar presega EQS 0,06 mg/l in predstavlja po trditvah poročila EA resno grožnjo za rečni ekosistem (Ash in sod., 2005). V istem poročilu so na podlagi monitoringa ugotovili, da je delež fosforja iz netočkovnih virov približno 53%, vse ostalo v večji meri odpade na tri večje mlekarske obrate v povodju.

2.2 Kmetijsko okoljski scenarij

Zatravljeni varovalni pasovi na robovih kmetijskih zemljišč služijo zmanjšanju vplivov netočkovnega onesnaževanja kot rezultat kmetijske aktivnosti (gaženja tal zaradi mehanizacije, prekomernega gnojenja), s čimer pa ne vplivamo drastično na spremembe v vrsti poljščine ali upravljanja pašnika. Ta ukrep je eden najbolj pogostih ukrepov v okviru dobre kmetijske prakse. Pasovi tudi služijo kot pomemben habitat živalim, še posebno, če jih obdajajo žive meje. DEFRA (2007) v brošuri o pogojih za vstop v ELS shemo ponuja kmetom različne možnosti izbire širine zatravljenega varovalnega pasu. Kmetje lahko izbirajo med 2, 4 in 6 m pasovi na njivah kot travnikih, ki jih ne obdelujejo. Pri oblikovanju scenarija smo se v našem primeru odločili za 4 m pasove, saj nam tako nakazuje tudi literatura (Robinson in sod., 1996; Dillaha in sod., 1989).

V programu SWAT smo tako na vse njive, travnike in pašnike uvedli 4 m široke zatravljene varovalne pasove. Vsi ostali parametri (količina gnojil, kmetijska opravila) so ostali enaki. SWAT ne omogoča modeliranja gozdnih varovalnih pasov vzdolž struge, prav tako ne omogoča aplikacije dveh pasov različnih širin na eni hidrološki odzivni enoti in uporablja enako zadrževalno učinkovitost tako za sedimente kot hranila.

Pomemben pozitiven element pri izbiri tega scenarija je učinek na znižanje sedimentov in hranil v površinskem odtoku, ter že obstoječi program neposrednih plačil, ki ta ukrep že vključuje. Ukrep ne zahteva visokih stroškov za izobraževanje kmetov, temveč le nekaj praktičnih prikazov kmetom. Glavni negativni faktor je izguba pridelovalne površine, kar pomeni nižje hektarske donose in s tem prihodek kmetije. Z vključitvijo 4 m pasov bi bilo na polju velikem 1 hektar, kar 16% površine izključene iz kmetijske obdelave. Seveda z večanjem površin ta odstotek pada in obratno. Pomembno je poudariti, da smo za izračun vplivov uvedbe ukrepa zatravljenih varovalnih pasov novi scenarij primerjali s osnovnim, na podlagi dolgoletnega (18 let) povprečja.

3 Rezultati in razprava

3.1 Primerjava osnovnega in kmetijsko-okoljskega scenarija

Primerjava je pokazala ugodne učinke uvedbe kmetijsko-okoljskega ukrepa rastlinskih varovalnih pasov.

Model je pokazal na možno 53 % povprečno letno znižanje količine sedimenta v površinskem odtoku. Ta podatek ni dobil enakovrednega odziva v letni količini sedimenta, ki se prenaša s tokom reke. Tako je na povprečni letni ravni znižanje le 3,5% na iztoku reke v morje. Kot je pokazala podrobna analiza, bi največje znižanje zabeležili v zgornjih, bolj strmih delih povodja, kjer bi se količine sedimenta v reki znižale za 43%. Vzrok tako nizki splošni redukciji količine prenesenega sedimenta s tokom reke je v odlaganju sedimenta v meandrirajočem spodnjem delu reke. Model simulira prenos sedimenta na način, kjer se ves sediment, ki je v presežku rečne sposobnosti prenosa, izloči in sedimentira ter ga reka ne prenaša po toku navzdol. To se zgodi, ker je hitrost toka reke v rečni strugi nižja od hitrosti usedanja sedimenta. Letne količine sedimenta v osnovnem scenariju so velike, zato tudi dodatno znižanje z ukrepi ne pripomore k občutnemu znižanju na iztoku reke. To pomeni, da je eden glavnih problem te reke velika erozija in sedimentacija, kar vpliva tudi na živa bitja v reki, še posebno na lososove ikre.

Model je izračunal povprečno letno 53% znižanje količin celotnega dušika v površinskem odtoku. Znižanje v reki je manjše zaradi perkolacije mineralnega dušika skozi profil tal do podtalnice. Prispevek plitve podtalnice k rečnemu pritoku je pomemben faktor, saj v osnovnem scenariju prispeva 69% vode, tako da je bilo manjše znižanje pričakovano. Iz modela smo ugotovili, da naj bi kar 51% vsega dušika, ki ga najdemo v reki, izviralo iz plitve podzemne vode. Naslednji pomemben vir je organski dušik v površinskem odtoku (34%), ki mu sledita mineralni dušik v lateralnem podpovršinskem toku (11%) in v površinskem odtoku (2%). Sicer pa smo na iztoku povodja zabeležili 21% znižanje povprečne letne količine celotnega dušika. Največje znižanje (26%) je bilo simulirano na območjih, kjer prevladujejo njive.

Kot pri prejšnjih onesnažilih je model tudi tu pokazal 53% znižanje povprečne letne količine celotnega fosforja v površinskem odtoku. Glavni razlog v visokem znižanju je v organskem in na sediment vezanem fosforju, ki predstavljata 57% in 37% od celotnega fosforja v površinskem odtoku. Mineralni oz. topni fosfor predstavlja le 5% od celotne količine v površinskem odtoku. Po predvidevanjih modela naj bi se povprečna letna količina celotnega fosforja na iztoku reke zniža za 48%. Znižanje v letni količini mineralnega topnega fosforja je 29%, kar pri mejni vrednosti 0,06 mg/l pomeni znižanje koncentracije v reki iz 0,11 mg/l na 0,08 mg/l.

3.2 Ekonomski izračun

Zatravljene varovalne pasove smo vključili na vsa kmetijska zemljišča. Na območju povodja je bilo po angleški nacionalni statistiki (EDINA) 31.347 ha kmetijskih obdelovalnih zemljišč. Model SWAT je zaradi majhnega deleža nekmetijskih zemljišč le-te delno zanemaril in je tako modeliral na 39.214 ha kmetijskih zemljišč od tega je bila celotna površina zatravljenih varovalnih pasov, ki smo jo modelirali 1,6 km² oz. 0,4%.

Ob celovitem okoljskem pristopu, kjer bi vsi kmetje pristopili k izvajanju ELS ukrepa zatravljenja varovalnih pasov, bi morali nameniti vsoto 940.410 funtov (31.347 ha × 30 £/ha). Seveda, vsi kmetje nikoli ne pristopijo k ukrepom kmetijske politike, saj le-ti pogosto niso nujni in pomenijo tudi neko mero obveznosti in poročanja, ki se pričakuje od kmeta. Tako je dejansko vsoto sredstev izredno težko oceniti, brez konkretnih anket in analiz socialne in demografske strukture ter gospodarske moči kmetij in njihove usmeritve. Gotovo je le, da več kot 940.410 funtov letno ne bi bilo porabljenega za ukrepe v okviru ELS v povodju reke Axe.

Glede na trenutno vključenost kmetov v vse ukrepe iz naslova ELS, ki je v povprečju 12% (3.762 ha) za območje povodja reke Axe, je razvidno, da na območju obstajajo še velike rezerve v izrabi sredstev namenjenih z ELS ukrepi (trenutno v povprečju izrabljenih le £112.869). Nizka vključenost kmetov in s tem kmetijskih zemljišč v te ukrepe se odraža tudi v okoljskih problemih območja.

4 Sklepi

Za ugotavljanje primernosti ukrepov se uporablja vrsta računalniških modelov, vendar je potrebno biti izredno pozoren pri interpretaciji rezultatov, saj gre tako pri kmetijsko-okoljskem modelu kot pri ekonomskem izračunu za celo vrsto približkov realnemu stanju.

V splošnem je zmanjšanje količin hranil v površinskem odtoku precejšnje, a se spreminja med podporečji kot posledica rabe tal, talnih tipov, različnega obdelovanja zemljišč, gostoto paše in topografije. To je pomembna ugotovitev, ki kaže na to, da vsa območja niso enako izpostavljena. Z identifikacijo takih območjih, lahko sredstva namenimo območjem, ki so do njih upravičena in bi resnično lahko pripeljala do izboljšanja stanja v vodotokih. Pomembno je poudariti, da se okolje vedno ne odzove na kmetijske ukrepe, kar bi pomenilo neupravičeno trošenje proračunskih denarnih sredstev. Ti rezultati nakazujejo, da enotno znižanje količin sedimenta na iztoku reke morda ni najboljši ekološki cilj, h kateremu bi se morali nagibati, in da bi bilo bolje, če bi za vsak pritok ali del reke postavili svoje ciljne vrednosti.

Ob celovitem okoljskem pristopu, kjer bi vsi kmetje v porečju pristopili k izvajanju ELS, bi že samo ob uveljavljanju zatravljenih varovalnih pasov na vseh površinah v povodju bistveno prispevali k zmanjšanju onesnaženja. Vsak nadaljnji ELS ukrep, ki bi ga kmetje izvajali, ne bi davkoplačevalce stal nič več, a bi bistveno prispeval k izboljšanju kvalitete okolja. Glede na trenutno vključenost kmetov v vse ukrepe iz naslova ELS je razvidno, da na območju obstajajo še velike rezerve. Nizka vključenost kmetov in s tem kmetijskih površin v te ukrepe se odraža tudi v okoljskih problemih območja. Razloge za tako stanje lahko najdemo v pomanjkanju informacij o kmetijsko-okoljskem programu ELS, ekonomski in socialni položaj ter izobrazba kmetov. Sredstva, ki bi jih namenili z ELS ukrepi, bi imela dobre kratkoročne in tudi dolgoročne učinke, ob primerni oskrbi zemljišč, vključenih v ukrepe.

5 Literatura

Arnold, J.G., Srinivasan, R.S., Muttiah, R.S., Williams, J.R. 1998. Large area hydrological modelling and assessment Part I: Model development. *Journal of the American Water Resources Association*, 34(1): 73-89

Arnold, J.G., Fohrer, N. 2005. SWAT2000: current capabilities and research opportunities in applied watershed modelling. *Hydrological Processes*, 19: 563-572

Ash, T., Murdoch, N., Pope, L. 2005. Analysis & modelling of phosphorous in the Axe catchment. *Environment Agency*, 46 str.

DEFRA. 2005. Entry level stewardship handbook. Department for Environment, Food and Rural Affairs, 113 str. (15. junij 2008) <http://www.defra.gov.uk/erdp/pdfs/es/els-handbook.pdf>

DEFRA. 2007. The Rural Development Programme for England 2007-2013. Department for Environment, Food and Rural Affairs, 113 str. (15. junij 2008) <http://www.defra.gov.uk/rural/rdpe/>

Dillaha, T.A., Reneau, R.B., Mostaghimi, S., Lee, D. 1989. Vegetative filter strips for agricultural nonpoint source pollution control. *Transactions of the American Society of Agricultural Engineers*, 32 (2): 513-519

EU (2000) The EU Water Framework Directive (2000/60/EC) (17. januar 2007) http://ec.europa.eu/environment/water/water-framework/index_en.html

Putnam, J., J. Williams, and D. Sawyer. 1988. "Using the Erosion-Productivity Impact Calculator (EPIC) to Estimate the Impact of Soil Erosion for the 1985 RCA Appraisal." *J. Soil Water Cons.*, 43(4): 321-326

Robinson, C.A., Ghaffarzadeh, M., Cruse, R.M. 1996. Vegetative filter strip effects on sediment concentration in cropland runoff. *Journal of Soil and Water Conservation*, 51 (3): 227

Williams, J.R., C.A. Jones, and P.T. Dyke. 1984. "A Modeling Approach to Determining the Relationship between Erosion and Soil Productivity." *Trans. ASAE*, 27(1): 129-44

Vpliv paše ovc in gnojenja na pestrost travne ruše in vezavo ogljika na pašnikih visokega krasa

Matej VIDRIH¹²⁰, Klemen ELER¹²¹

Izvleček

V raziskavi o sezonskih spremembah pašene ruše visokega krasa na planini Vremščica je bila preučevana vsebnost ogljika v zelinju, koreninah in tleh. V poskusu vpliva pretekle rabe ruše in gnojenja na količino ogljika je bilo obravnavanih pet postopkov: pašeno in gnojeno z dušikom ter fosforjem (NP), pašeno in gnojeno s fosforjem (P), pašeno in gnojeno z dušikom, fosforjem ter kalijem (NPK), pašeno in negnojeno ter nepašeno. V vzorcih tal smo izmerili izbrane talne parametre in glomalin, ki je produkt mikoriznih gliv. Z določitvijo ogljika v zelinju, koreninah in tleh je podana njegova vertikalna razporeditev v ruši. Ker so procesi v tleh povezani z rastlinami, ki uspevajo v ruši, je bil narejen floristični popis z obilnostjo posameznih vrst. Pri razporeditvi ogljika med zelinje, korenine in tla (0-8 cm), je bilo le-tega v tleh na vseh postopkih več kot 80 %. V koreninah ga je bilo od 9 do 16 % in v zelinju od 2 do 4 %. Na rastišču, kjer je potekala paša in je bilo gnojeno z mineralnim gnojilom, je bilo v tleh v povprečju od 10 do 14 t ha⁻¹ več ogljika kot na opuščnem zemljišču. Koncentracije lahko dostopnega glomalina so bile na vseh postopkih majhne (1,51 do 2,84 mg g⁻¹ suhih tal) in se niso podobno spreminjale v odvisnosti od pretekle rabe in gnojenja kot koncentracije skupnega glomalina. Največ skupnega glomalina (16,22 mg g⁻¹ suhih tal) smo določili v tleh postopka pašeno in gnojeno s P.

Ključne besede: paša ovc, vezava ogljika, glomalin, fosfor, kras, pestrost

Influence of sheep grazing and fertilizing on sward diversity and carbon sequestration on pastures of high karst

Abstract

To study seasonal changes of grazed sward of high karst the research on carbon (C) content in herbage, roots and soil was conducted on the slopes of mountain Vremščica. Five treatments: grazed and fertilized with nitrogen and phosphorus (NP), grazed and fertilized with phosphorus (P), grazed and fertilized with nitrogen, phosphorus and potassium (NPK), grazed with no fertilization and not grazed were included in the experiment to study the impact of past land use and addition of nutrients on the amount of C in the soil. Selected soil parameters and glomalin, which is a product of arbuscular mycorrhizal fungi, were analysed in the soil too. With the determination of C in herbage, roots and soil a vertical distribution of this element was analysed in the sward. Because belowground processes are connected with the plant species, relevés with the species abundance were conducted. Calculation of C distribution among the plant components and soil showed that soil can store more than 80 % of total C and the rest is left to roots (9-16 %) and herbage (2-4 %). Concentrations of easy extractable glomalin were low on all treatments and range from 1,51 to 2,84 mg g⁻¹ of dry soil and did not differ so much in relation to past grazing regime and nutrient addition as total glomalin did. The highest concentration of total glomalin (16,22 mg g⁻¹ of dry soil) was determined on treatment grazed and fertilized with P.

Key words: sheep grazing, carbon sequestration, glomalin, phosphorus, karst, soils, diversity

¹²⁰ Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: matej.vidrih@bf.uni-lj.si

¹²¹ Asist. dr., prav tam

1 Uvod

Raziskave na področju uporabe kmetijskih zemljišč za vezavo (sekvestracijo) ogljika so pridobile na pomenu potem, ko je postalo jasno, da omejevanje porabe fosilnih goriv ne bo dalo zadovoljivih rezultatov v smislu zmanjševanja škodljivega učinka toplogrednih plinov (Lal, 2002). Tla na travnatem svetu imajo po ugotovitvah mnogih raziskovalcev (Post in Kwon., 2000; Reeder in Schuman, 2002; Smith, 2004) večji potencial za vezavo ogljika kot njivska tla, ki jih vsako leto z oranjem obračamo in s tem pospešujemo mineralizacijo organske snovi tal. Čeprav na njivah proizvajamo hrano za ljudi in krmo za živali, pa tako obsežne produkcije hrane v Evropi ne potrebujemo več. Vezava ali sekvestracija ogljika je v obdobju problematike izpustov toplogrednih plinov v atmosfero dobila nov pomen. Še posebno, ker se to področje povezuje z obstoječimi in prihajajočimi podnebnimi spremembami v svetu (Lal, 2002). Na primeru raziskav ruše pašnikov visokega krasa skozi vezavo ali kroženje ogljika smo želeli tudi nadzorovani paši domačih živali pripisati vlogo, ki jo bo odigrala pri zmanjševanju negativnih vplivov, ki jih imajo toplogredni plini v okolju. Ta vloga mora biti še toliko bolj raziskana in dodeljena prav tej obliki rabe, ker tudi na širšem območju raziskav obstajajo takšne naravne razmere, ki ne omogočajo drugih načinov rabe zemljišč, ki imajo lahko podoben zmanjševalni učinek toplogrednih plinov. Namen raziskave je bil ugotoviti, kako paša ovc in gnojenje vplivata na pestrost ruše in sezonsko razporeditev ogljika v sistemu tla-rastlina.

2 Material in metode dela

Raziskave travne ruše smo opravili na območju planine Vremščica (45°41' severne zemljepisne širine, 14°36' vzhodne zemljepisne dolžine, 820 m n. v.) in sicer na zemljiščih, na katerih že od leta 1992 poteka nadzorovana paša ovc. Od leta 2000 naprej upravlja s temi zemljišči Center za sonaravno rekultivacijo Vremščica, ki je v lasti Veterinarske fakultete Univerze v Ljubljani. Raziskovalne ploskve so bile sestavni del pašnika, ki je ograjen s stalno večžično elektroograjo in razdeljen na 6 čredink. V letu 2004 smo izvedli poskus gnojenja in preteklega vpliva paše ovc v zasnovi slučajnih skupin. Postopki so bili naslednji: 1 - pašeno in gnojeno s 30 kg N ha⁻¹ in 90 kg P ha⁻¹; 2 - pašeno in gnojeno z 90 kg P ha⁻¹; 3 - pašeno in gnojeno s 30 kg N ha⁻¹, 90 kg P ha⁻¹ in 30 kg K ha⁻¹; 4 - pašeno in negnojeno; 5 - nepašeno in negnojeno. Vsakemu postopku je bila določena ploskev v velikosti 24 x 32 m. Od tega so bile tri ploskve del 4. zaporedne ograde, ena ploskev je bila del 5. zaporedne ograde. Zadnja ploskev je bila del zemljišča izven pašnika. Ploskev zemljišča, ki je predstavljala enega od petih postopkov, je bila razdeljena na mrežo 12 parcel (tri parcele v vrstico in štiri v stolpec). Vsaka parcela je merila 8 x 8 m. Znotraj vsake vrstice je bil z naključnim izborom vsaki parceli določen sistem vzorčenja nadzemne in podzemne biomase. Stolpec v mreži je predstavljal ponovitev vzorčenja. Tisti del zemljišča, kjer so potekala navedena proučevanja, je bil ograjen z elektromrežo in v obravnavanem letu ni bil pašen. Značilno za del proučevanega pašnika je bilo, da je v preteklem desetletju rabe že bil deležen določenih količin fosforja (Vidrih, 2003) in, seveda, da je bila ruša rabljena po sistemu nadzorovane paše v ogradah z drobnico. Sestavo ruše raziskovalnih ploskev smo zajeli s florističnim popisovanjem. Uporabili smo kombinirano lestvico, ki združuje oceni obilnosti (abundance) in pokrovnosti (dominance) (Braun-Blanquet, 1964) ter izračunali Shannonov indeks pestrosti (Magurran, 2004). Velikost popisne ploskve na poskusu vpliva paše ovc in gnojenja s fosforjem je bila enaka parceli 8 x 8 m, na kateri je potekalo tudi ostalo vzorčenje. Ruša je bila

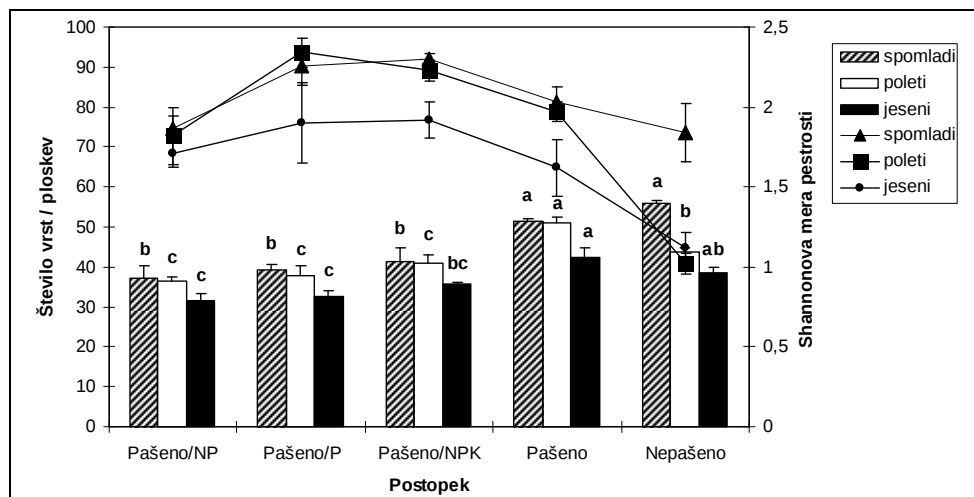
popisana v treh obdobjih, in sicer: 1. junija, 28. julija in 17. septembra. Skupno število popisov je bilo 60. V vzorcih zelinja in korenin je bil določen ogljik po metodi ISO 13878 (SIST ISO, 1998). Količino ogljika ($t\ ha^{-1}$) smo dobili iz odstotka ogljika v tleh, volumnske gostote tal in globine vzorčenja (0-8 cm). Ogljik je bil analiziran v vzorcih, vzetih ob prvem spomladanskem, prvem poletnem in edinem jesenskem vzorčenju. Glomalin smo ekstrahirali in določali po metodi, ki so jo opisali Wright in sod. (1996) in modificirala Maček (2004) in Vidrih (2006). Za ekstrakcijo je bilo uporabljeno 1,0 g suhih tal. Določili smo dva tipa glomalina. Frakcijo, ki je izločena v prvem ciklu ekstrakcije, imenujemo lahko dostopni glomalin in celotno količino imenuje skupni glomalin. Dobljene rezultate o floristični sestavi ruše in količini ogljika ter glomalina smo analizirali z analizo variance, razlike med postopki pa testirali z Duncanovim testom pri 5 % tveganju.

3 Rezultati z diskusijo

Območje celotnega poskusa je bilo v letu meritev (2004) zaščiteno z elektromrežo. Tudi tisti del, ki ni bil vključen v pašnik, saj je obstajala nevarnost, da bi ga lahko popasle tiste živali, ki se pasejo nenadzorovano (prosto). Gnojenje z rudninskimi gnojili po predpisanih postopkih in količinah je bilo opravljeno 5. maja. Paša živali, ki je potekala na delu prvih treh postopkov predstavlja v tem poskusu preteklo rabo in njen vpliv lahko razdelimo na tri dele, in sicer: obtrgavanje zelinja ruše, gaženje ter gnojenje zemljišča.

3.1 Pestrost ruše kraškega pašnika

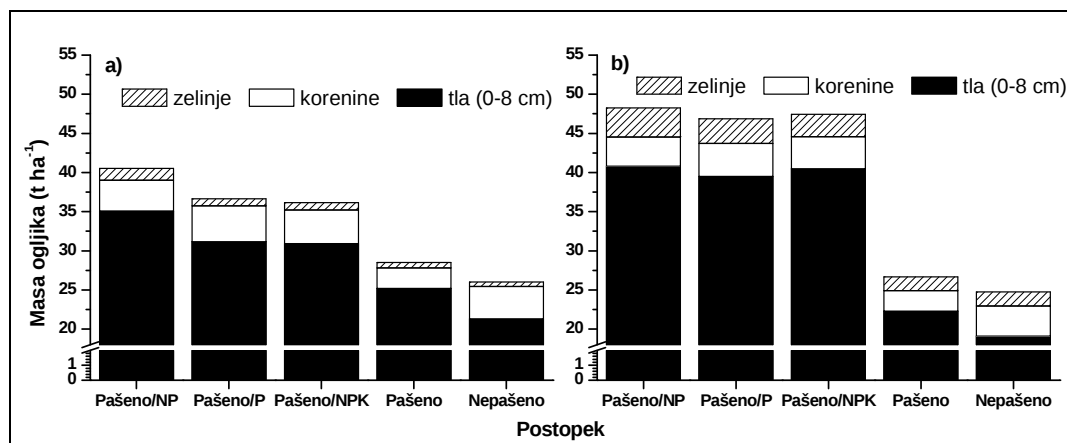
Po najnovejši klasifikaciji (Jogan in sod., 2004) spadajo pašniki na območju planine Vremščica v skupino evmediteranskih suhih travišč. Znotraj te skupine se večina raziskovalnih ploskev uvršča v enoto submediteransko-ilirski pašniki in suhi kamniti travniki visokega krasa z nizkim šašem in skalnim glavincem. Prav tako spada del ploskev v enoto mezofilni pašniki. Večji del območja Vremščice je vključeno tudi v omrežje Natura 2000 in sicer v kategorijo posebnih zaščiteneh območji (SPA). Največje število vrst rastlin (55) je bilo določeno na postopku nepašeno v spomladanskem obdobju (slika 1). Skupaj s postopkom pašeno in negnojeno (51 vrst) je bilo število vrst spomladi na teh dveh postopkih statistično značilno večje od števila vrst na ostalih treh postopkih. Najmanjše število vrst (31) smo določili na postopku pašeno in gnojeno z NP v jesenskem obdobju. Znotraj sezonskih obdobj se je število vrst na vsakem postopku ob vsakem popisu zmanjševalo, kar je bilo še najbolj očitno na zadnjem postopku (nepašeno). Na sliki 1 opazimo tudi, da je bil najmanjši Shannonov indeks pestrosti v ruši (1,02) izračunan na postopku nepašeno v poletnem obdobju in največji (2,34) je bila na postopku pašeno in gnojeno s fosforjem, prav tako v poletnem obdobju. Slednji je bil tudi statistično značilno največji, če se primerja med seboj postopke znotraj poletnega obdobja. Na postopku nepašeno se je pestrost v poletnem in jesenskem obdobju bistveno bolj zmanjšala kot na ostalih postopkih. Pestrost ruše na drugem in tretjem postopku je bila v vseh sezonskih aspektih značilno večja od drugih postopkov, kar kaže na ugoden učinek gnojenja s fosforjem in vpliva paše, ki da možnost uveljavljanja tudi netekmovalnim vrstam.



Slika 1: Število vrst (stolpci) in Shannonov indeks pestrosti (linije) na različnih postopkih in v različnih sezonskih obdobjih. Enaka črka nad stolpcem postopka znotraj sezonskega obdobja (število vrst) označuje vrednosti, ki se po multiplem Duncanovem testu ne ločijo značilno med seboj pri $p < 0,05$

3.2 Vsebnost ogljika

Ogljik kroži v sistemu tla-rastlina med tlemi, rastlinskimi organi in atmosfero. Zato je potrebno za boljšo predstavbo podatke o količinah ogljika v posameznih enotah hrambe predstaviti skupinsko. Slika 2a prikazuje količino ogljika preračunanega iz podatkov o analizi tal, korenin in zelinja v spomladanskem obdobju pri prvi košnji. Pri vseh postopkih dosega delež ogljika, vezanega v tleh, več kot štiri petine vsega določenega ogljika (od 82 do 88 %). Delež ogljika v koreninah se giblje od 9 do 16 %, medtem ko je v zelinju le od 2 do 4 % skupnega ogljika. Največ skupnega ogljika je bilo določenega na postopku pašeno in gnojeno z NP gnojilom ($40,53 \text{ t ha}^{-1}$), najmanj na postopku nepašeno ($25,89 \text{ t ha}^{-1}$).



Slika 2: Povprečna masa ogljika (t ha^{-1}) v zelinju, koreninah in tleh (0-8 cm) po posameznih postopkih v ruši kraškega pašnika (a) spomladi in (b) poleti

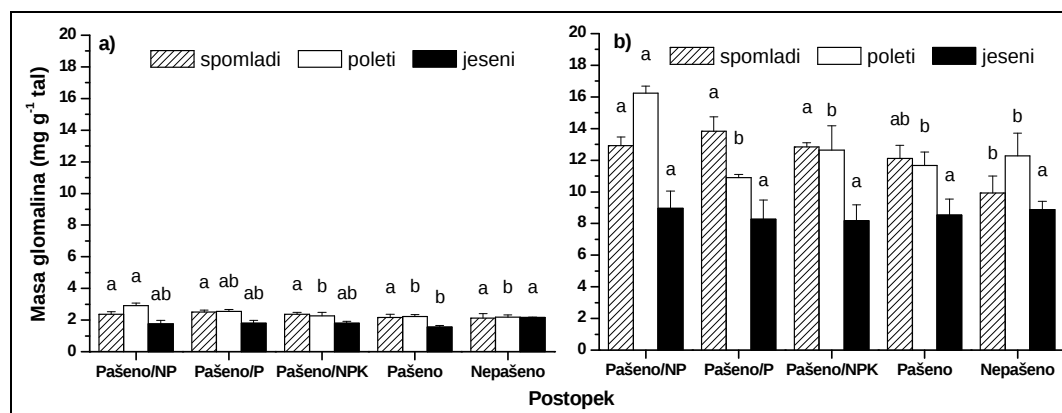
V poletnem obdobju (slika 2b) je bilo v obravnavanih virih več ogljika kot v predhodnem obdobju. Med prvimi tremi postopki ni bilo velikih razlik, ne v skupni količini ogljika (48,24, 46,89 in 47,44 t ha⁻¹), ne pri nobenem elementu ruše (tla, korenine, zelinje; 84, 7 in 9 %). Postopka pašeno in negnojeno ter nepašeno sta imela manjšo skupno količino ogljika (26,68 in 24,76 t ha⁻¹).

Tudi v jesenskem obdobju je bila skupna količina ogljika največja tam, kjer je potekala pašna raba skupaj z dodajanjem mineralnega gnojila, predvsem fosforja. Količini skupnega ogljika na zadnjih dveh postopkih sta dosegali 55 oziroma 60 % največje količine skupnega ogljika (40,22 t ha⁻¹), ki je bila dosežena na postopku pašeno in gnojeno z NPK.

3.3 Glomalin v tleh

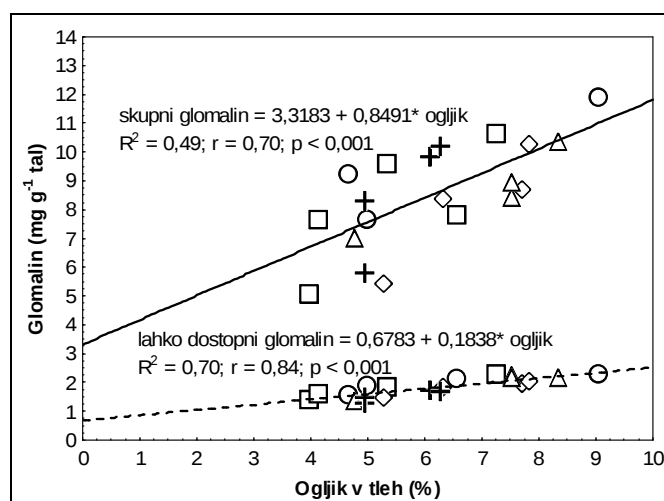
Letos mineva 10 let od odkritja glomalina, talnega glikoproteida, ki je produkt arbuskularnih mikoriznih gliv, ki živijo v simbiozi z več kot 80 % kopenskih rastlin (Wright in sod., 1996; Wright in sod., 1998). Njegovo odkritje je bilo zanimivo predvsem zaradi dotedanjih dolgotrajnih in zapletenih postopkov določevanja stopnje aktivnosti in proizvodnosti mikoriznih gliv v tleh. V svojih prvih raziskavah glomalina so mu namenili pomembno ekološko vlogo pri procesih v tleh, predvsem v povezavi z vezavo (sekvestracijo) ogljika. Število raziskav s področja sekvestracije tega elementa v različnih ekosistemih, in ne samo tleh, se je koncem prejšnjega stoletja začelo zelo hitro povečevati, podobno kot raziskave o globalnih klimatskih spremembah. Po njihovih ugotovitvah naj bi glomalin namreč vseboval kar 35 % ogljika, njegov delež v organski snovi nekaterih tal naj bi bil do 25 % in bi tako predstavljal zalogo za kar tretjino svetovno vezanega ogljika. Imel naj bi tudi pomembno vlogo pri lepljenju strukturnih agregatov, kar ima pomembno vlogo, ko govorimo o rodovitnosti tal. Vsebnosti lahko dostopnega glomalina, ugotovljene v obravnavani raziskavi, so se gibale od 1,51 do 2,84 mg g⁻¹ suhih tal (slika 3a). Z opuščanjem pašne rabe in dodajanja mineralnih gnojil je količina te oblike glomalina rahlo narastla od 1,76 na 2,16 mg g⁻¹ suhih tal. O količini lahko dostopnega glomalina, med 0,4 do 4,7 mg g⁻¹ suhih tal, poročajo tudi Lovelock in sod. (2004), ko so opravljali raziskave o povezanosti glomalina z nekaterimi drugimi lastnostmi tal v tropskem gozdu. V spomladanskem obdobju med postopki v vsebnosti lahko dostopnega glomalina ni bilo statistično značilnih razlik. Vsebnost glomalina v tleh je bila takrat večja od 2 mg g⁻¹ suhih tal. V poletnem obdobju smo statistično značilno večjo vsebnost glomalina določili na postopku pašeno in gnojeno z NP (2,84 mg g⁻¹ suhih tal). Najmanj glomalina smo določili v tleh na zadnjem postopku, ki je predstavljal opuščeno rabo. Vendar so v jeseni tla ravno na tem postopku vsebovala največ (2,19 mg g⁻¹ suhih tal) glomalina od vseh primerjanih postopkov. Prvi trije postopki se v vsebnosti glomalina med seboj niso razlikovali. Variabilnost v vsebnosti skupnega glomalina (slika 3b) je bila med postopki in tudi obdobji rasti ruše večja kot pri lahko dostopnem glomalinu. V spomladanskem obdobju rasti so tla na prvih treh postopkih vsebovala od 12,91 do 12,83 mg g⁻¹ suhih tal, med njimi ni bilo statistično značilnih razlik. Najmanj skupnega glomalina smo določili v tleh na zadnjem postopku (9,93 mg g⁻¹ suhih tal). V poletnem obdobju rasti je bila razlika med največjo (16,22 mg g⁻¹ suhih tal) in najmanjšo (10,89 mg g⁻¹ suhih tal) vsebnostjo glomalina v tleh še večja kot v predhodnem obdobju. Tla, ki so bila v preteklosti pašena in gnojena z NP so vsebovala statistično značilno največ skupnega glomalina. Najmanj skupnega glomalina (10,89 mg g⁻¹ suhih tal), ki pa ni bil statistično značilno najmanjši, smo določili v tleh drugega postopka. Vsebnost glomalina v jesenskem obdobju rasti je bila med postopki statistično značilno enaka

z največjo vrednostjo ($8,96 \text{ mg g}^{-1}$ suhih tal) na prvem postopku in najmanjšo ($8,17 \text{ mg g}^{-1}$ suhih tal) na tretjem postopku.



Slika 3: Vsebnost (a) lahko dostopnega in (b) skupnega glomalina v tleh pri različnih postopkih rabe in gnojenja. Enaka črka nad stolpcem postopka znotraj sezonskega obdobja označuje vrednosti, ki se po multiplem Duncanovem testu ne ločijo značilno med seboj pri $p < 0,05$

Povezava med ogljikom v tleh in glomalinom je bila linearna in statistično značilna ($p < 0,001$) (slika 4). Delež variabilnosti lahko dostopnega glomalina je bil pojasnjen s 70 % in delež variabilnosti skupnega glomalina z 49 % variabilnosti v vsebnosti ogljika v tleh.



Slika 4: Povezava med ogljikom in obema oblikama glomalina v tleh v jesenskem obdobju rasti (○-pašeno/NP, □-pašeno/P, ◇-pašeno/NPK, + -pašeno, △-nepašeno)

4 Sklepi

Iz preučevanja vpliva pretekle rabe pašnikov in vnosa rudnin lahko podamo naslednje ugotovitve:

- s florističnimi popisi ploskev na obravnavanih postopkih smo zajeli 164 vrst rastlin od tega smo dobili največje število vrst rastlin (55) na postopku nepašeno v spomladanskem obdobju, najmanjše (31) pa na postopku pašeno in gnojeno z NP v jesenskem obdobju;
- v zelinju je bilo od 0,89 (postopek pašeno in negnojeno, jesensko merjenje) do 4,01 t ha⁻¹ ogljika (postopek pašeno in gnojeno z NP v spomladanski rabi), več kot v zelinju ga je bilo v koreninah in tleh;
- v tleh pašnika, kjer je potekal poskus gnojenje s fosforjem, smo določili od 1,51 do 2,84 mg g⁻¹ suhih tal lahko dostopnega glomalina. Razlike med postopki, kjer je potekala paša in je bilo dodano mineralno gnojilo in postopkoma samo pašeno in negnojeno ali nepašeno, so bile zelo majhne in statistično mejne ali neznačilne;
- vsebnost skupnega glomalina, ugotovljenega v našem poskusu, je bila zelo različna (od 8,17 do 16,22 mg g⁻¹ suhih tal). Največ ga je bilo poleti na postopku pašeno in gnojeno s P in najmanj jeseni na postopku pašeno in gnojeno z NPK;
- tla pašnikov visokega krasa, ki so globlja in imajo večji delež organske snovi ter ogljika, imajo tudi več glomalina.

5 Literatura

- Braun-Blanquet, J. 1964. *Planzensociologie. Grundzuege der Vegetationskunde*. Wien-New York, 3. Auflage. Springer: 865 str.
- Jogan, N., Kaligarič, M., Leskovar, I., Seliškar, A., Dobravec, J. 2004. *Habitatni tipi Slovenije HTS 2004*. Ljubljana, Agencija Republike Slovenije za okolje: 64 str.
- Lal, R. 2002. Why carbon sequestration in agricultural soil. V: *Agricultural Practices and Policies for Carbon Sequestration in Soil*. Kimble J.M., Lal R., Follett R.F. (eds.). Boca Raton, CRC Press: 35-49
- Lovelock, C.E., Wright, S.F., Clark, D.A., Ruess, R.W. 2004. Soil stocks of glomalin produced by arbuscular mycorrhizal fungi across a tropical rain forest landscape. *Journal of Ecology*, 92: 278-287
- Maček, I. 2004. *Odziv korenin izbranih kmetijsko pomembnih vrst na naravno povečano koncentracijo CO₂*. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 105 str.
- Magurran, A.E. 2004. *Measuring biological diversity*. Oxford, Blackwell Publishing: 256 str.
- Post, W.M., Kwon, K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land-use change: processes and potential. *Global Change Biology*, 6: 317-327
- Reeder, J.D., Schuman, G.E. 2002. Influence of livestock grazing on C sequestration in semi-arid mixed-grass and short-grass rangelands. *Environmental Pollution*, 116: 457-463
- SIST ISO 13878. Soil quality - Determination of total nitrogen content by dry combustion ("elemental analysis"). 1998: 5 str.
- Smith, P. 2004. Carbon sequestration in croplands: the potential in Europe and the global context. *European Journal of Agronomy*, 20: 229-236
- Vidrih, M. 2003. *Botanična sestava in proizvodnost ruše kraških pašnikov ob različnih načinih nadzorovane paše*. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 99 str.
- Vidrih, M. 2006. *Vezava ogljika v pašeni ruši visokega krasa*. Doktorska disertacija. Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 102 str.
- Wright, S.F., Franke-Snyder, M., Morton, J.B., Upadhyaya, J. 1996. Time-course study and partial characterization of a protein on hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi during active colonization of roots. *Plant and Soil*, 181: 193-203
- Wright, S.F., Upadhyaya, A., Buyer, J.S. 1998. Comparison of N-linked oligosaccharides of glomalin from arbuscular mycorrhizal fungi and soils by capillary electrophoresis. *Soil Biology and Biochemistry*, 30: 1853-1857

Trajnostna raba pašnikov Primorskega krasa v prihodnosti

Klemen ELER¹²², Jure ČOP¹²³, Matej VIDRIH¹²⁴

Izvleček

Zaradi naravnih danosti, posebej plitvih tal, so pašniki Primorskega krasa zelo občutljivi agroekosistemi, za kar imamo dokaze iz preteklosti, ko je bilo to območje precej degradirano. Proizvodna sposobnost kraškega travinja je majhna, zato vsako preobremenjevanje le-tega vodi do redčenja vegetacijskega pokrova, erozije in upada biotske pestrosti. V prispevku obravnavamo nekatere vidike paše na Primorskem krasu in strategije rekultivacije zaraščajočih se površin, pri čemer nam je prav majhna proizvodnost kraškega travinja temeljno vodilo. Posebej opozarjamo na potencial drevesno-pašnega načina rabe kraških pašnikov, saj le-ta omogoča povečanje proizvodne sposobnosti travne ruše na krasu ter izkoriščanje nekaterih koristnih lastnosti dreves pri varstvu tal in biotske pestrosti.

Glavne besede: kras, pašniki, trajnostno kmetijstvo, rekultivacija, drevesno-pašna raba

Sustainable management of karst pastures of the Primorska region of Slovenia in the future

Abstract

Due to its environmental conditions, especially shallow soils, the karst pastures of the Slovenian Primorska region are very sensitive agroecosystems; the degradation of this region in the past is the evidence for that. Since the productivity of these pastures is low, any overexploitation of the pastures leads to the loss of vegetation cover, soil erosion, and decrease of biodiversity. Bearing in mind the low productivity of karst pastures some viewpoints of grazing methods and recultivation strategies of afforested lands are presented in this contribution. Additionally, attention is drawn on the silvopastoral system of pasture management, where some beneficial characteristics of the trees are used to increase the sward productivity of karst pastures and to protect the soil and biodiversity.

Key words: karst, pastures, sustainable agriculture, recultivation, silvopastoral land management

1 Uvod

Zaradi svoje pozicije na stičišču različnih naravnih in kulturnozgodovinskih vplivov je območje slovenskega Submediterana že več stoletij, celo tisočletij izredno dinamična regija. Današnja krajinska podoba in stanje vegetacije sta v veliki meri posledica preteklih sprememb v podnebjju in v drugih naravnih danostih v času ledenih dob in po njih, predvsem pa sta posledici antropogenih oziroma natančneje antropo-zoogenih vplivov. Zgodovinski dokazi kažejo na to, da je bila kraška krajina že pred rimsko dobo, ko se začne obsežno razgozdovanje, nekakšnega polodprtega tipa, kjer se izmenjujejo travinje, grmišča in gozdovi. V kasnejših porimskih obdobjih so se izmenjevali cikli večje intenzivnosti rabe in vnovičnega zaraščanja (Andrič in Willis, 2003).

¹²² Dr., UL, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, klemen.eler@bf.uni-lj.si

¹²³ Doc. Dr., prav tam, jure.cop@bf.uni-lj.si

¹²⁴ Dr., prav tam, matej.vidrih@bf.uni-lj.si

Višek degradacije na Primorskem krasu naj bi bil v 17. in 18. stoletju, ko je bila pokrajina tudi po navajanju zgodovinskih virov (npr. Valvasor) povsem kamnita. Dezertifikacijo je povzročila prepaša in posledično erozija tal zaradi vode in vetra. Z zavedanjem, da tak način rabe vodi v popolno destrukcijo krajine, so v času Avstro-Ogrske pričeli in nato nadaljevali še do 50. let 20. stoletja z načrtnim sajenjem na tem območju neavtohtonega črnega bora (Sever, 2006). Družbene razmere, ki so nastopile po 2. svetovni vojni, tudi niso bile vzpodbudne za ohranjanje pašnikov Primorskega krasa. Eden od pomembnih dejavnikov za nazadovanje pašne reje na tem območju je bilo odseljivanje ljudi zaradi ekonomskih razlogov. Kras se je pričel spontano zaraščati in vračala se je gozdna vegetacija. Kaligarič in sod. (2006) poročajo, da se je od druge polovice 18. stoletja do danes zaraslo 60% vseh travnatih površin (iz 81% skupne površine na 25%).

Po 40 letih od 2. svetovne vojne, ko so bili pašniki Primorskega krasa prepuščeni samim sebi, se je konec prejšnjega stoletja ponovno začelo kazati zanimanje za oživljanje (revitalizacijo) kraškega območja. Ponovni interes kmetov za te površine se je pokazal zlasti po uvedbi neposrednih plačil ali subvencij na kmetijsko površino, ki so spodbudile procese rekultivacije zaraščenih kmetijskih zemljišč. Problem pri tem pa je, da se je znanje o optimalni rabi teh občutljivih (agro)ekosistemov marsikje izgubilo. Namen tega prispevka je zato opozoriti, zakaj kraški pašniki, kot posebna naravna in kulturna vrednota Slovenije zahtevajo posebno skrbno načrtovanje rabe. Sistemi rabe iz drugih predelov Slovenije zaradi precej drugačnih naravnih danosti v marsičem niso ustrezni (npr. obtežba z živalmi, gnojenje, spravilo krme). Dobršen del tega prispevka obravnava tudi strategije rekultivacije pašnikov oziroma vračanje zaraščenih površin v ponovno rabo, kar bi zagotovilo večjo proizvodnost teh površin, zmanjšalo verjetnost gozdnih požarov ter naredilo območje ekološko in turistično vrednejše. Pozornost je posvečena tudi drevesno-pašni rabi travinja (Vidrih, 2005) kot zanimivi ali celo nujno potrebni alternativni rabi na popolnoma odprtih travnatih površinah.

2 Proizvodna sposobnost travinja Primorskega krasa

Zaradi naravnih omejitev je travinja po obsegu najpomembnejša kmetijska kultura na Primorskem krasu. Razmeram prilagojene kserofilne rastlinske vrste skupaj z rastnimi razmerami opredeljujejo proizvodnost travne ruše in kakovost krme. Tipična kserofilna vegetacija Primorskega krasa ima majhen rastni potencial in je zelo občutljiva na prekomerno izrabo, še posebej prepasenost. Značilna je tudi specifična sezonska rast travne ruše na tem območju, saj je poletna depresija v rasti bolj izrazita kot v drugih predelih Slovenije. Zaradi tega se je na Primorskem krasu in širše – na Mediteranu – razvila ekstenzivna živinoreja, s pomočjo katere so kmetje optimalno izkoristili naravne vire za kmetijstvo in oblikovali značilno kulturno krajino.

Eksperimentalno ugotovljeni pridelki na Primorskem krasu in njegovem obrobju znašajo od 1,3 do 6,4 t.ha⁻¹ sušine mrve (preglednica 1). Ti pridelki so za 1,4 do 6,9-krat nižji od zelo dobrega pridelka na rodovitnih tleh v osrednjem delu Slovenije. Od poletne suše prizadeta travna ruša na Primorskem krasu zelo počasi raste, v skrajnih primerih pa se rast ustavi. Letni pridelki na kamnitih pašnikih so lahko še nižji od 1 t.ha⁻¹ sušine mrve. Tega žal ne moremo potrditi z lastnimi eksperimentalnimi podatki, je pa tako nizka proizvodnost znana iz prakse v tujini. Caraveli (2000) navaja za naravni park Sierra de Castril v Granadi (12.000 ha) obtežbo 1,7 ovce oziroma koze na ha, ki pa je še vedno 30% previsoka glede na zmogljivost travne

ruše. Če optimalno obtežbo (1,2 ovce ali koze na ha) in dnevno konzumacijo (1,7 kg sušine mrve na ovco) prevedemo v pridelek, znaša ta med 0,7 in 0,8 t.ha⁻¹ sušine mrve.

Preglednica 1: Eksperimentalni podatki o letnem pridelku travniške krme (t.ha⁻¹ suhe snovi) na Primorskem krasu in njegovem obrobju pri kosni rabi glede na vlažnostne razmere in gnojenje. Za pridelkom sta podatka o številu košenj (1k – ena košnja, 3k – tri košnje) in o letni količini dodanih N-P-K hranil na ha.

	Poskus 1	Poskus 2	Poskus 3	Poskus 4
Oznaka poskusa	KIS3	JF875-51	S-2K	S-3K
Avtor	Verbič, 2006	Korošec in sod., 1992	Renčelj, 1981	Renčelj, 1981
Lokacija	Rožice pri Hrpeljah	Palčje pri Pivki	Štanjel	Tomačevica
Talna enota	rendzina	plitva rjava tla, apnenci/dolomiti	jerovica	jerovica
Fitocenološka enota	<i>Scorzoneretalia villosae, Mezobromion</i>	<i>Mezobromion, Bromo- Plantaginetum mediae</i>	<i>Mezobromion</i>	<i>Mezobromion</i>
Talna vlaga	suho	suho	suho	srednje suho
Pridelek, brez gnojenja (t.ha ⁻¹ SS)	2,4 (3k, negnojeno)	2,0 (3k, negnojeno)	1,3 (1k, negnojeno)	2,4 (1k, negnojeno)
Pridelek, PK gnojenje (t.ha ⁻¹ SS)	4,7 (3k, 0-120-160)	2,0 (3k, 0-80-140)	2,9 (1k, 0-50-60)	3,8 (1k, 0-50-60)
Pridelek, NPK gnojenje (t.ha ⁻¹ SS)	6,4 (3k, 180-120-160)	4,4 (3k, 145-80- 140+apno)	3,3 (1k, 30-50-60)	4,5 (1k, 30-50-60)

Kakovost krme s travinja na Primorskem krasu je z vidika prireje mleka in mesa srednja do slaba. Košena ali pašena v juniju vsebuje 60 do 80 g surovih beljakovin in 300 do 400 g surove vlaknine na kg sušine ter ima neto energetska vrednost 4,5 do 5,0 MJ na kg sušine. Slaba kakovost te krme je le v manjši meri povezana s specifičnimi talno-podnebnimi razmerami Primorskega krasa in sicer tako, da te razmere pogojujejo kserofilno vegetacijo, ta pa vpliva na kakovost krme. V glavnem pa je kakovost travniške krme na Primorskem krasu slabša zaradi ekstenzivnega načina rabe – pozne košnje in paše starih rastlin. Ta dejavnik je ključnega pomena za kakovost travniške krme in je enako pomemben za celo Slovenijo, vendar se mu na kraških pašnikih ne da izogniti, saj ti pašniki zahtevajo nizko obtežbo, kar pomeni, da je čas zasedbe pašnika lahko tako dolg, da travna ruša že ostari.

3 Dolgoročno vzdrževanje kraških pašnikov

Dva segmenta upravljanja s kraškimi pašniki sta, na katera je vredno opozoriti pri dolgoročnem ohranjanju teh ekološko in kulturno visokovrednih kmetijskih zemljišč: obtežba z živalmi ter gnojenje pašnikov. Iz preglednice 1 je razvidno, da je okvirni povprečni pridelek mrve kraškega travinja okrog 2 t.ha⁻¹. Med zemljišči so razlike lahko precejšnje, kar je večinoma posledica globine tal in s tem povezane boljše razpoložljivosti vode in hranil.

Velike razlike so lahko tudi med posameznimi leti. Če vseeno vzamemo za Primorski kras dokaj optimistično oceno, da znaša povprečni pridelek $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ sušine mrve, bi maksimalna obtežba lahko znašala okoli $0,3 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$, kar je tudi trenutna minimalna obtežba za državne spodbude v okviru Kmetijsko okoljskih plačil (KOP) (Uredba ..., 2007). Vendar pa pri vsakem načinu rabe pridelka ruše prihaja do izgub. Pri pašni rabi ruše so to pašni ostanki. Kar 70% pridelka travinja na kraških območjih je namreč ustvarjeno spomladi in uporabiti bi ga morali v zelo kratkem času. V razmerah, kjer viška zelinja spomladi ni mogoče pokositi zaradi nagiba zemljišča, razgibanosti ali kamnitosti površja, predstavljajo pašni ostanki tudi od 30 do 50% pridelka ruše. Zelinje, ki ni izkoriščeno do začetka poletja izgubi veliko hranilnih snovi, odmre in pozneje ga ni več mogoče učinkovito uporabiti za prehrano živali. Od povprečnega letnega pridelka paše, ki je po posplošeni oceni na kraških pašnikih ekvivalenten $2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušine mrve, je mogoče popasti $1,2 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušine paše na ha. Ta količina krme zadošča za obtežbo okrog $0,22 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$. Opozarjamo, da gre za povprečno vrednost, dejansko so razmere na terenu lahko zelo različne. Precej pašnikov (npr. na Podgorskem krasu) ima še manjšo proizvodno sposobnost, nekateri na nekdanjih travnikih ali na globljih tleh pa tudi večjo. V najslabših razmerah znaša letni popaseni pridelek ob 50% izkoristku $0,4 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušine, kar zadošča le za obtežbo $0,07 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$, v najboljših razmerah pa ob 70% izkoristku $1,7 \text{ t} \cdot \text{ha}^{-1}$ sušine, kar zadošča za $0,31 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$. Obtežbe v navedenih mejah naj bi omogočile trajnostno rabo kraških pašnikov, ki pomeni pašo brez ponavljajoče prepasenosti ruše in preprečevanje zaraščanja z gozdno vegetacijo.

Zaradi prilagajanja KOP normativom EU bo v prihodnjih dveh letih prišlo do povečanja najnižje dovoljene obtežbe na $0,5 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$. Poleg težav z zagotavljanjem primerne števila živali v prihodnjih letih, je ta ciljna obtežba absolutno previsoka za velik del kraških pašnikov. V kolikor ne bo prišlo do prilagoditve obtežb, lahko samo upamo, da bodo rejci svoje živali še naprej pasli na dovolj veliki površini, kjer bo obtežba prilagojena razmeram, čeprav bodo v KOP prijavljali le del teh površin. V nasprotnem si vsaj na najmanj proizvodnih zemljiščih (npr. na Podgorskem krasu) lahko zopet obetamo staro podobo krasa kot ogolele pokrajine ali pa vnovično prekinitev rabe.

Za preprečevanje zaraščanja in omejevanje požarne ogroženosti (Štoka in sod., 2007) je pomembna tudi minimalna obtežba pašnikov, ki pa jo je težje opredeliti, zato bo to terjalo dodatne raziskave v prihodnje. Minimalna obtežba je zelo odvisna od živali, ki se pasejo (koze bolje preprečujejo zaraščanje kot druge živali) in od vrste lesnatih rastlin, ki se pojavljajo (užitne/neužitne). De Montard in sod. (1999) na primer poročajo, da paša govedi niti pri obtežbah od $0,7$ do $1,0 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$ ni znatneje omejila rasti robide. To kaže, da so minimalne obtežbe za površine, ki so bile čiščene in kjer odganjajo drevesa in grmi iz korenin, večinoma večje od maksimalnih obtežb, ki jih pašniki prenesejo s svojo proizvodnostjo.

Kljub temu da je travinje v preteklosti predstavljalo vir gnojil za njive in se odvzeta hranila nanje niso vračala, pa to negnojenje ni glavni vzrok za dezertifikacijo Primorskega krasa v preteklosti. Kraška tla so razmeroma plitva in slabo rodovitna tudi tam, kjer je ostal gozd. Predvsem so slabo založena s fosforjem, zato bi veljalo razmisliti o dodajanju določenih količin tega hranila, kar bi pospešilo rast in širjenje metuljnic v ruši. Olea in sod. (2005) navajajo norme 18 do $25 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{a}^{-1}$ fosforja. Odziv na dodajanje dušika je lahko precejšen (preglednica 1), vendar pa je izkoristek tega gnojenja majhen (Papanastasis, 1999), saj je rast skoncentrirana na pomlad, iz plitvih tal pa se dušik tudi hitro izpira. Dodajanje dušika tudi ni ekološko utemeljeno, saj gre za biotsko vredne habitate, dušik pa znatno spremeni sestavo

vegetacije v smeri biotsko revnejše (Eler, 2007). Dušik iz živinskih izločkov na pašniku je dovolj za ta tip vegetacije.

4 Rekultivacija zaraščenih površin na Primorskem krasu

Že omenjene spodbude so povzročile, da se v zadnjih letih na kraške pašnike vrača živina. Vendar pa je marsikje naravna sukcesija v smeri gozda že toliko napredovala, da so potrebni večji finančni in delovni vložki na enoto površine, da se le-ta vrne v kmetijsko rabo. Zaradi cenenosti je za odstranjevanje zarasti priporočljiva uporaba živali (kombinacija različnih vrst), kar kažejo tudi izkušnje iz tujine (Barbaro in sod., 2008). Marsikje pa je potrebna vsaj kombinacija paše in strojnega odstranjevanja dreves. Nekatere biološke in ekološke lastnosti dreves in grmov, ki se spontano pojavljajo na opuščnem travinju, igrajo ključno vlogo pri izboru načina rekultivacije zaraščenih površin na Primorskem krasu. Za rekultivacijo so pomembne predvsem tri lastnosti zarasti: višina zarasti, sposobnost odganjanja rastlin iz panjev ter užitnost oziroma hranilna vrednost dreves in grmov. Glede na te tri značilnosti navajamo več skupin lesnatih rastlin, pri katerih uporabljamo različne strategije za njeno odstranjevanje iz površine in obnovo pašnih površin:

a) strupene, neužitne ali bodeče grmovne vrste nižje rasti (do 2 m), ki so sposobne intenzivnega odganjanja iz podzemnih delov (npr. ruj, robida, rešeljika). Pri teh vrstah je potrebno večletno ročno odstranjevanje nadzemnih delov s pomočjo strojev (mulčenje) ali z živalmi, da rastlina v celoti propade. Odstranjevanje nadzemnih delov je lahko opravljeno v katerem koli letnem času, razen spomladi, ko v grmih gnezdiijo ptice in ko rastejo zelnate rastline, ki tudi semenijo. Od živali so bolj učinkovite za zatiranje teh grmovnih vrst le koze, druge vrste živali zavirajo vnovično rast pretežno s teptanjem, kar pa je ob majhni obtežbi manj učinkovito.

b) srednje visoke grmovnate in drevesne vrste, ki odganjajo iz panja in ki so užitne za domače živali (npr. mali jesen, črni gaber, kraški beli gaber, maklen, trokrpi javor, dren, glog, črni trn, leska, hrasti). Te samonikle vrste so glede nadzorovanja njihovega širjenja manj težavne od prejšnjih, saj ob izsekavanju iz panjev odženejo dokaj hranljive poganjke, ki so lahko dodatna krma za živali, posebej poleti ob suši pa lahko zavzemajo pomemben delež hrane. Nekatere vrste (npr. hrasti) so koristne tudi, ker tvorijo užitne plodove, ki so lahko dodatna hrana v jesenskem času. Odstranjevanje teh vrst je pri manjši debelini debel lahko opravljeno strojno z mulčenjem, pri debelejših drevesih pa z motorno žago ali gozdarskimi stroji. Zaradi listopadnih vrst je površina pod drevjem ustrezno prekrita s travno rušo; dodatno zatavljanje po izsekavanju zato večinoma ni potrebno. Pri čiščenju drevja in grmovja, ki je debelejša, se splača izdelava lesnih sekancev, največkrat pa to ni ekonomično in se lesni ostanki pustijo na pašniku.

c) neužitne drevesne in grmovne vrste, ki ne odganjajo iz panjev (npr. črni bor, brin). Gre za iglaste vrste, ki nimajo sposobnosti regeneracije iz podzemnih delov. Že enkratno izsekavanje je dovolj, da površino razredčimo na primerno gostoto drevja. Zaraščenost pašnikov s temi vrstami je neugodna zaradi njihovih gostih krošenj, ki močno zasenčujejo prizemno vegetacijo, zato ta slabo uspeva. Dodatno nevšečnost predstavlja tudi večja količina odpadlih iglic, ki zavirajo kalitev in rast zelnatih rastlin (Eler, 2007). V primerih slabše pokritosti z zelinjem, je po izsekavanju potrebno z določenimi postopki zagotoviti ozelenitev (trosenje

senenega drobirja, preprečitev prevelike obtežbe na teh mestih). Zaradi neugodnih razmer ni priporočljiva uporaba standardnih travno deteljnih mešanic; učinek takega vsejavanja je po sedanjih izkušnjah večinoma zanemarljiv in kratkotrajen.

5 Možnosti za drevesno-pašno rabo na Primorskem krasu

Strokovnjaki so enotnega mnenja, da drevesna vegetacija znatno zmanjšuje vodno in vetrno erozijo tal. Pri rekultivaciji zaraščenih travniških površin zato ni smiselno odstraniti vsega drevja in grmovja. Na velikih, popolnoma odprtih pašnih površinah je smiselno razmisliti tudi o saditvi primernih drevesnih vrst (Kotar, 1996). Drevje in grmovje na Primorskem krasu, ki se je spontano zasejalo na opuščene površine, je za razliko od borovih nasadov le redko tako gosto, da pod njim ne uspeva zeliščna vegetacija. Pod drevjem uspevajo tudi sočnejše, razmeroma kakovostne vrste rastlin za poletno pašo, ki jih na odprti pašni površini ne najdemo. Za domače živali je drevje koristno tudi kot zavetje pred soncem, vetrom in dežjem. Ugodno vpliva tudi na večjo biotsko pestrost, saj določen delež zarasti ustvarja mikrohabitate rastlinam in živalim, ki jih na popolnoma odprti površini ni najti. Zemljišče dobi tudi dodatno proizvodno funkcijo – pridobivanje lesa. To so razlogi, da velja kmetijsko krajino Primorskega krasa v prihodnje upravljati v smeri nekakšne dehese oz. savane, kjer se na večinoma s travno rušo pokriti površini pojavljajo posamezna drevesa, grmi ter tudi manjše zaplate grmišč, gozdičkov in gozdnih pasov (omejkov). Interakcije med drevjem, tlemi, travno rušo in živalmi na paši so v takem drevesno-pašnem sistemu zelo kompleksne in so predmet številnih raziskav. Večinoma kaže, da gre pri primerni gostoti drevja za komplementarno izrabo virov rasti med drevjem in travno rušo oz. da pri strokovnem gojenju dreves ni večjega zmanjšanja pridelka paše (Sibbald, 1999). Razmere pod drevjem so manj kserofilne, saj so temperature nižje, izostane pa tudi močno sončno sevanje.

V Sloveniji drevesno-pašna raba travinja do pred kratkim ni bila priznana kot posebna oblika rabe tal, zato tudi ni bilo možno kandidirati za sredstva v okviru KOP s pašniki, na katerih je več kot 50 dreves na ha. Takšni omejitvi pri pridobivanju subvencij za pašnike so rejci odločno nasprotovali, zato je država postavila novo kategorijo rabe – kmetijsko zemljišče poraslo z gozdnim drevjem (oznaka rabe 1800), v katero sodijo tudi pašniki, kjer je gostota dreves večja od 50 dreves na ha, ne da bi to bistveno zmanjšalo pokrovnost tal s travno rušo. Po Uredbi ... (2007) pokrovnost površine z drevesi ne sme presegati 75%. Ta administrativna meja je sicer prilagojena na definicijo gozda po Zakonu o gozdovih, a je po našem mnenju tudi sicer ustrezna. Pašniki, porasli z drevesno in grmovno vegetacijo, so tako postali glede subvencij enakovredni drugim travnatim zemljiščem. O pomenu različne gostote ali pokritosti pašne površine z drevjem navajamo nekaj podatkov iz tujine, ker domačih žal ni. Iz Velike Britanije poročajo, da se pri gostoti 200 dreves na ha pridelek zmanjša kvečjemu za 20%. V Grčiji lesnate rastline pokrivajo večinoma 10 do 15% površine. Papanastasis (1999) navaja, da je ob uporabi drevnine kot prehranskega vira najbolj primerna 50% prekritost z lesnatimi vrstami, posebej z drevjem. Gostota dreves je lahko prvih 10 do 15 let po sajenju tudi večja (do 400 dreves na ha), a pridelek zelinja za pašo ne bo bistveno zmanjšán in tudi ne prireja živine (Sibbald, 1999). Za ugodno osvetljenost je koristno obrezovanje odraslega drevja na višino ca. 2 m o tal, kar močno izboljša osvetljenost tal in zmanjša verjetnost poškodb pri živalih.

6 Sklepi

Nizkoproduktivni travnati svet na Primorskem krasu in tudi širše v prihodnosti ne bo imel več takšne vloge kot dosedaj. V novih družbeno ekonomskih razmerah postaja vitalnega pomena njegova neproduktivna funkcija. To pomeni, da je travnati svet pomemben del kulturne krajine, da omogoča poseljenost pokrajine, povečuje naravno in krajinsko vrednost prostora, od njega pa so odvisni tudi turizem in kakovost življenja nasploh. To so torej razlogi za ohranitev kraškega travinja, ki bo mogoča ob sodelovanju kmetov, lokalnih skupnosti, stroke in države. Slednja bo morala za kraška območja uvesti specifične kmetijsko-okoljske ukrepe, ki bodo zajemali tako ohranjanje travnikov in pašnikov kot tudi rekultivacijo tistih, ki jih je prerasla drevesna in grmovna vegetacija. Perspektiva te dejavnosti se torej kaže kot ekstenzivna paša površin, kjer poleg travne ruše uspevajo tudi drevesne vrste v primerni gostoti in načrtni drevesno-pašni rabi.

5 Literatura

- Andrič, M., Willis, K.J. 2003. The phytogeographical regions of Slovenia: a consequence of natural environmental variation or prehistoric human activity? *Journal of Ecology*, 91: 807–821.
- Barbaro, L., Dutoit, T., Cozic, P. 2001. A six-year experimental restoration of biodiversity by shrub-clearing and grazing in calcareous grasslands of the French Prealps. *Biodiversity and Conservation*, 10: 119–135.
- Caraveli, H. 2000. A comparative analysis on intensification and extensification in mediterranean agriculture: dilemmas for LFAs policy. *Journal of Rural Studies*, 16: 231–242.
- de Montard, F.X., Frain, M., Le Dorze, R., Roy, J.L. 1999. Adapting cattle pasture management to limit the extension of brambles (*Rubus* spp.) at low stocking rates. V: *Grassland and woody plant in Europe*. Papanastasis V.P. in sod. (ur.). Thessaloniki, Herpas: 45–50.
- Eler, K. 2007. Dinamika vegetacije travšč v slovenskem Submediteranu: vzorci in procesi ob spremembah rabe tal: doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 169 str.
- Kaligarič, M., Culiberg, M., Kramberger, B. 2006. Recent vegetation history of the North Adriatic grasslands: expansion and decay of an anthropogenic habitat. *Folia Geobotanica*, 41: 241–258.
- Korošec, J., Vidrih, T., Čop, J., Černe, M., Ileršič, J., Godeša, J. 1992. Izboljšanje krme za živalsko prirajo. Končno poročilo o YU-USA projektu za obdobje 1989–91, Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 23 str.
- Kotar, M. 1996. Drevesno-pašniški sistemi z vidika reje drobnice. V: *Možnosti razvoja reje drobnice v Sloveniji*: zbornik. Pogačnik, M. in sod. (ur.). Postojna, 27. –29. nov. 1996: 25–30.
- Olea, L., Lopez-Bellido, R.J., Poblaciones, M.J. 2005. European types of silvopastoral systems in the Mediterranean area: dehesa. V: *Silvopastoralism and sustainable land management*. Mosquera-Losada, M.R. in sod. (ur.). Wallingford. CABI Publishing: 30–35.
- Papanastasis, V.P. 1999. Grasslands and woody plants in Europe with special reference to Greece. V: *Grassland and woody plant in Europe*. Papanastasis V.P. in sod. (ur.). Thessaloniki, Herpas: 15–24.
- Renčelj, S. 1981. Vpliv gnojenja na količino in kvaliteto pridelka kraških travnikov. Zbornik Biotehniške fakultete Univerze Edvarda Kardelja v Ljubljani, kmetijstvo, supplement 5, travništvo: 76–95.
- Sever, V. 2006. Pogozdovanje Krasa v postojnskem okrajnem glavarstvu: diplomsko delo. Univerza v Ljubljani, Filozofska fakulteta: 98 str.
- Sibbald, A.R. 1999. Silvopastoral agroforestry: soil-plant-animal interactions in the establishment phase. V: *Silvopastoralism and sustainable land management*. Mosquera-Losada, M.R. in sod. (ur.). Wallingford. CABI Publishing: 133–144.
- Štoka, I., Sotlar, M., Rebec, M., Zadnik, D. 2007. Protipožarna paša obalno-kraškem območju. *Naše travinje*, 3, 1: 11–15.
- Uredba o spremembah in dopolnitvah Uredbe o plačilih za ukrepe osi 2 iz Programa razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007–2013 v letih 2007–2013. Ur. l. RS. št. 124–6270/07.
- Verbič, J. 2006. Dolgoletni gnojilni poskus na kraškem travniku v Rožicah. *Naše travinje*, 2, 1: 13–14.

Vidrih, T. 2005. Drevesno-pašna raba. Naše travinje, 1, 1: 6-8.

Nekatere možnosti izboljšanja pridelave krme na travnikih Ljubljanskega barja iz zveze *Arrhenatherion*

Tomaž SINKOVIČ¹²⁵, Jure ČOP¹²⁶

Izvleček

V poskusu so bili uporabljeni nizki odmerki mineralnih gnojil prav tako tudi ekstenzivna košnja, da bi bil negativen vpliv na okolje čim manjši. Travnike Ljubljanskega barja lahko označimo za okoljsko občutljive. Na poskusnih parcelah je bil merjen pridelek pri različnih odmerkih mineralnih gnojil in različnih kosnih rabah. Ugotavljali smo tudi botanično sestavo in številčnost vrst travniških rastlin pod vplivom naših obravnavanj.

Ključne besede: Ljubljansko barje, travinje košnja, gnojenje, pestrost rastlinskih vrst

Some possibilities of fodder production improvement of Ljubljana marsh grasslands from the alliance *Arrhenatherion*

Abstract

In the trial low levels of mineral fertilizers and also extensive cutting regimes were chosen to avoid negative effects on environment pollution. The Ljubljana marsh grasslands can be described as environmental sensitive. On the research plots the yield was measured after different fertilizer treatments and cutting regimes. The botanical composition of grass sward was determined and also plant diversity and species richness was adopted in the trial were studied.

Key words: Ljubljana marsh, grass sward, cutting, fertilizing, species richness, plant diversity

1 Uvod

Za kmetijstvo predvsem pridelovanje krme s pašo in košnjo so na Ljubljanskem barju najbolj zanimivi travniki iz zveze *Arrhenatherion* – gojeni travniki. Delno zanimivi so še iz zveze *Molinion* – vlažni travniki za steljo z modro stožko, ki so primerni za ekstenzivno košnjo ali za pašnjo in kombinirano pašno-košno rabo. Gojeni travniki (zveza *Arrhenatherion*) prevladuje med travniškimi habitatnimi tipi in obsegajo 40-57% vse kmetijske in gozdne površine na Ljubljanskem barju.

2 Material in metode dela

Spomladi leta 1999 smo postavili poskus na travniku zveze *Arrhenatherion* (lat 45° 58' N, long. 14° 28' E, alt. 295 m), oziroma bližnji sukcesiji na globokih mineralno organskih tleh in skušali oceniti agronomske vrednosti tarvne ruše.

Poskusa sta na osnovi deljenk s štirimi ponovitvami. Število košenj predstavlja obravnavanja med variantami. Uporabili smo 2- kosno zapoznelo rabo, 3- kosno in 4-kosna rabo.

¹²⁵ mag., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz.sinkovic@bf.uni-lj.si

¹²⁶ dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: jure.cop@bf.uni-lj.si

Preglednica 1: Časovni načrt košenj v poskusih na Ljubljanskem barju – Podkraj pri Tomišlju (lat 45° 58' N, long. 14° 28' E, alt. 295 m) iz zveze *Arrhenatherion* v letih 1999 do 2003.

Raba	1. košnja	2. košnja	3. košnja	4. košnja
2-kosna zapoznala	25. – 30. junij	20. do 30. septem.		
3-kosna	20. do 25. maj	15. do 20. julij	25. do 30. septem.	
4-kosna	10. do 15. maj	25. do 30. junij	10. do 20. avgust	15. do 30. oktober

Gnojenje so podobnavnavanja z variantami: brez gnojenja (kontrola), PK (80 kg P_2O_5 +160 kg K_2O na leto). $N_{(1)}$ PK (50 kg dušika za prvo košnjo in nič N za ostale košnje). $N_{(k)}$ PK (50 kg N za vsako košnjo). Varianti $N_{(1)}$ PK in $N_{(k)}$ PK sta bile vsaka zase pognojene še z 80 kg P_2O_5 +160 kg K_2O na leto.

2.1 Tla na poskusnih površinah

Na poskusu so mineralno-organska, globoka tla na ilovicah in glinah. Podtalnica se nahaja v globini 0,5 do 1.0 m. V zgornji 10 cm plasti, ki je za rast travne ruše najpomembnejša so tla nevtralna (pH/ $CaCl_2$ 7,0), zelo slabo založena s fosforjem in slabo s kalijem (P_2O_5/AL = 3,1 mg, K_2O/AL = 13,2 mg/100 g suhih tal). Vsebnost organske snovi v tej plasti je znatno povečana (21,1%).

POSKUS: »VPLIV RABE NA PRIDELEK ZELINJA (IN BOTANIČNO SESTAVO) TRAVNE RUŠE« (T1)

LOKACIJA: Ljubljansko barje, Podkraj.

POSTOPIKI

Število košenj (glavne parcele)

(1) 2-kosna raba (zapoznela)

(2) 3-kosna raba

(3) 4-kosna raba

Gnojenje (podparcele)

(a) brez gnojenja

(b) $P_{120}K_{120}$ gnojenje

(c) $N_{50}PK$ gnojenje

(d) $N_{100}PK$ gnojenje

Zasnova poskusa: naključni blok z deljenkami (split-plot) v 4 ponovitvah

Velikost osnovne parcelice: $4 \times 2,5$ m (10 m^2)

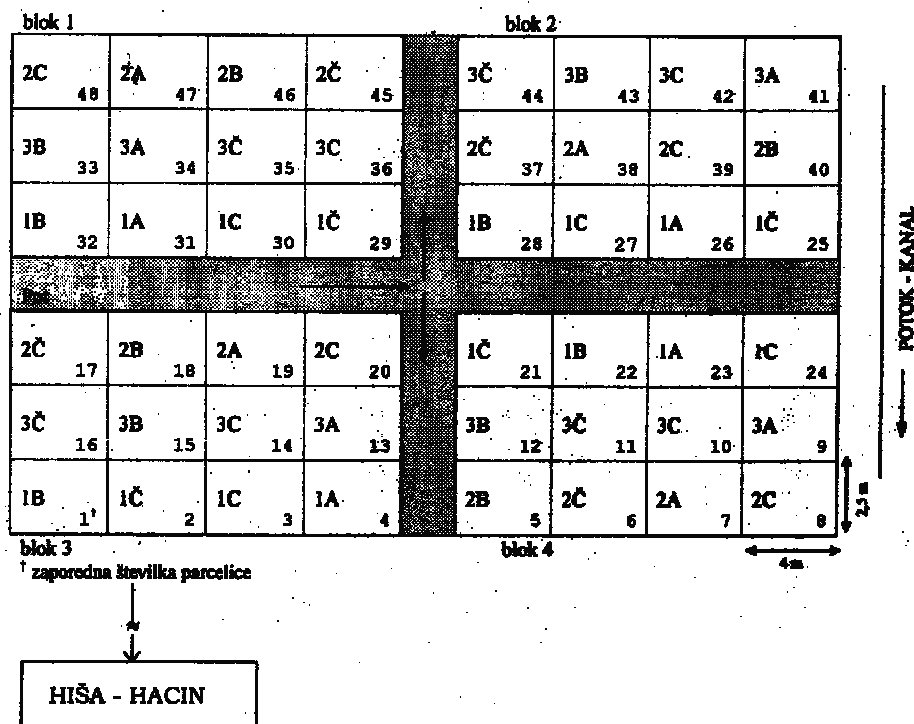
Zasnova poskusa: pomlad, 1999

Roki košenj

⇒ 2-kosna raba (zapoznela): 25.-30. jun. || 20.-30. sep.

⇒ 3-kosna raba: 20.-25. maj || 15.-20. jul. || 1.-5. okt.

⇒ 4-kosna raba: 10.-20. maj || 25. jun.-5. jul. || 10.-20. avg. || 25. sep.-5. okt.



Slika 1: Shema poskusa in poskusne parcelice na travni ruši Ljubljanskega barja v Podkrajju pri Tomišlju (pomlad 1999).

Na poskusnih tleh je oskrbljenost za vodo dobra, so pa na njih otežena paša in strojna dela. Velikost poskusnih parcelic je bila $4 \times 2,5$ m (10 m^2).

2.2 Floristična sestava travne ruše na poskusnih površinah.

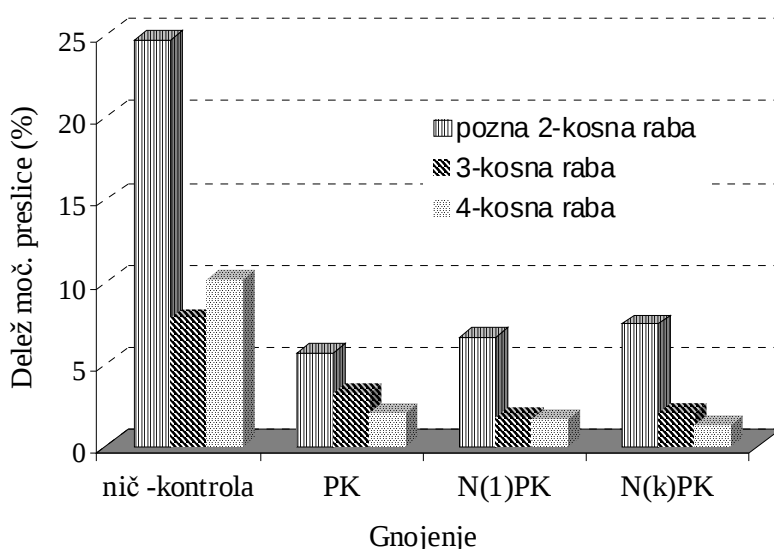
Popise vegetacije na Ljubljanskem barju (Seliškar, 1986; Čop in sod., 2000; Čop in sod., 2004; Sinkovič, 2006), njihovo številčnost in združnost smo prevzeli po Braun-Blanquejevi metodi (Braun-Blanquet, 1964). Imena rastlin smo povzeli po Martinčiču in sod. (2007).

Zaradi zelo spremenljivih okoljskih – predvsem hidroloških razmer se pojavljajo skupaj vrste iz združbe *Arrhenatheretum elatioris* – visoko pahovkovje (vlažna varianta) in razreda *Molinieto-Arrhenatheretea*.

Vodilne rastlinske vrste na poskusu so bile: *Helictotrichon pubescens*, *Arrhenatherum elatius*, *Holcus lanatus*, *Dactylis glomerata*, *Festuca pratensis*, *Festuca rubra* agg., *Poa pratensis*, *Panicum capillare*, *Carex flava*, *Vicia cracca*, *Trifolium pratense*, *Lathyrus pratensis*, *Mentha aquatica*, *Achillea millefolium*, *Daucus carota*, *Ranunculus repens*, *Centaurea jacea*, *Galium mollugo*, *Ranunculus acris*, *Plantago lanceolata*, *Pimpinella major*, *Pastinaca sativa*, *Leontodon hispidus*, *Rumex acetosa*, *Leucanthemum ircutianum*, *Cirsium oleraceum*, *Angelica sylvestris*, *Lythrum salicaria*, *Melandryum album*, *Convolvulus arvensis*, *Mentha aquatica*, *Equisetum palustre* itd.

3 Rezultati z diskusijo

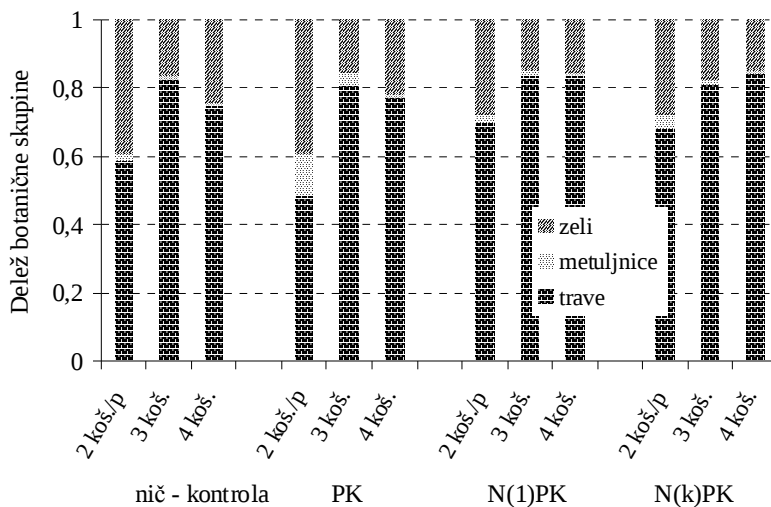
Floristična sestava travne ruše, se je pod vplivom dejavnikov gnojenja in košnje spreminja več let, da doseže neko novo stabilno stanje. Gnojenje s PK posebej pa s NPK, je pospešilo rast trav v škodo zeli. Takšna ruša je boljša s prehranskega stališča, ker se izboljša krmna vrednost zelinja. S povečano rastjo trav, se je sorazmerno zmanjšala prisotnost močvirske in njivske preslice, ki je na številnih barjanskih travnikih preveč razširjena. Za njeno popolno iztrebljenje iz habitatov, ki ji ugajajo agronomska stroka še ne pozna pravega načina, možno jo je vsaj delno zatreti z intenziviranjem pridelovanja krme, s herbicidi in vsejavanjem (Milevoj, 1992; Kotnik in Vidrih, 1996).



Slika 2: Delež močvirske preslice v poskusu iz leta 2002 na travni ruši Ljubljanskega barja - Podkraj pri Tomišlju (lat 45° 58' N, long. 14° 28' E, alt. 295 m) iz zveze *Arrhenatherion*.

Floristična sestava travne ruše na barju je v ekološkem smislu sestavljena iz kontrastnih vrst. V njej se skupaj pojavljajo tako vrste, ki so značilne za suha rastišča kot tudi tiste, ki so značilne za vlažna rastišča ali celo močvirja. Takšne združbe so posledica zelo spremenljivih hidroloških razmer v zgornjih plasteh organskih tal in razliki v globini korenin med rastlinskimi vrstami. Na splošno je barjanska ruša manj kakovostna po krmni vrednosti, saj v njej prevladujejo trave z manjšo hranilno vrednostjo, manjšo okustnostjo in nagnjenostjo k hitremu staranju. Barjanska ruša vsebuje tudi zelo malo metuljnic, ki izboljšajo hranilno vrednost (Ellenberg, 1952) in preferenco živali do zauživanja takšne krme. Posebej nezaželena je prisotnost močvirske preslice, ki je razširjena na bolj rodovitnih gojenih travnikih iz zveze *Arrhenatherion* in njivah. Vrsta vsebuje alkaloid palustrin, ki pri domačih živalih povzroča zastrupitve. Najbolj običajni simptomi pri zastrupitvi goveda so pomanjkanje apetita, zmanjšanje mlečnosti, diareja in splošno poslabšanje kondicije.

Ukrepi rabe in gnojenja so povečali hranilno vrednost travne ruše v poskusu. Intenziviranje pridelave travne ruše je močno omilila največji problem gojenih travnikov na Ljubljanskem barju – masovno pojavljanje strupene močvirske preslice. Njen delež (%) se je posebej po gnojenju in deloma tudi košnji zmanjšal za večkrat (slika 2).



Slika 3: Delež botaničnih skupin (trave, metuljnice, zeli) pod vplivom naših obravnavanj v poskusu iz leta 2002 na Ljubljanskem barju – Podkraj pri Tomišlju (lat 45° 58' N, long. 14° 28' E, alt. 295 m) iz zveze *Arrhenatherion*.

Pogostnost rabe je malo do srednje vplivala na pridelek zračno suhega zelinja. Po pričakovanjih je bil vpliv različnega gnojenja znatno večji od vpliva pogostnosti rabe. Pridelek zelinja je na negnojeno rušo značilno zaostajal za tistimi pri gnojenju. Razlike so bile do

2t/ha zračno suhega zelinja. Ruša gnojena samo s PK je zaostajala v pridelku za tisto, ki smo ji dodajali dušik za vsako košnjo (preglednica 2).

Kljub temu je PK gnojenje dobra alternativa za gnojenje v primerjavi z NPK, ker v travni ruši poveča delež zaželenih metuljnic.

Preglednica 2: Letni pridelek zračno suhega zelinja (t/ha) v poskusu iz leta 1999 na Ljubljanskem barju - Podkraj pri Tomišlju (lat 45° 58' N, long. 14° 28' E, alt. 295 m) iz zveze *Arrhenatherion*.

Število košenj povp/avg.	nič	PK	Gnojenje		N _(k) PK
			N ₍₁₎ PK		
2-kosna zapoznela raba	6,57	8,11	9,29	9,94	8,48ab [†]
3-kosna raba	7,35	8,96	9,28	9,94	8,88a
4-kosna raba	6,24	7,79	8,46	9,84	8,08b
povprečje	6,72d	8,29c	9,01b	9,91a	8,48

[†] Enaka črka v stolpcu ali vrstici označuje vrednosti, ki so po multiplem Duncanovem testu ne ločijo značilno med seboj pri $P = 0.05$.

Travniška združba v poskusu je bila sestavljena iz približno trideset rastlin s prevladujočima dvema vrstama: močvirska preslica (*Equisetum palustre*) in vodilna trava visoka pahovka (*Arrhenatherum elatius*). Po rabi in izpeljanem gnojenju v poskusu se je vrstna sestava travne ruše spreminjala. Razmerje oziroma delež botaničnih skupin (slika 3), se je manj spreminjal pod vplivom košnje ($P < 0,003$) in bolj pod vplivom gnojenja travne ruše ($P < 0,001$). Delež trav se je v poskusu povečal na vseh gnojenih parcelicah v primerjavi s kontrolo, še posebej pri 4-kosni rabi (slika 2).

Raziskovali smo tudi rastlinsko diverziteto (Sanderson in sod., 2004; Sanderson in sod., 2007; Soder in sod. 2007) in številčnost (pestrost) rastlinskih vrst (Tracy in Faulkner, 2006; Zechmeister in sod., 2003). Povečanje intenzivnosti pridelave ni bistveno negativno vplivala na številčnost rastlinskih vrst v travni ruši (preglednica 3), ki je bila precej stabilna in relativno visoka, še najbolj pri 4-kosni rabi.

Preglednica 3: Shannonov indeks diverzitete in pestrost rastlinskih vrst v poskusu iz leta 2003 na Ljubljanskem barju – Podkraj pri Tomišlju (lat 45° 58' N, long. 14° 28' E, alt. 295 m) iz zveze *Arrhenatherion*.

Shannonov indeks diverzitete [†]						Pestrost			
rastlinskih vrst [‡]									
N _(k) PK	povprečje	Nič	PK	N ₍₁₎ PK	N _(k) PK	povprečje	Nič	PK	N ₍₁₎ PK

2 kosna zapoznela raba	1,92	1.42	1.43	1.52	1.57a [§]	19	15	14
15 16a								
3 kosna raba	2.11	2.06	1.94	1.80	1.98b	22	26	21
20 22b								
4 kosna raba	2.35	2.16	2.18	1.70	2.10b	23	21	23
20 22b								
povprečje	2.13b [§]	1.88a	1.85a	1.67a	1.88	21a	21a	19a
18a 20								

[†] $P = 0.006$ za košnjo; $P = 0.003$ za gnojenje; ni interakcije košnja x gnojenje

[‡] $P = 0.001$ za košnjo; $P = 0.138$ za gnojenje; ni interakcije košnja x gnojenje

[§] Postopki v okviru stolpca ali vrstice z označeno enako črko niso statistično značilno različni pri $P = 0.05$, Duncanov multipli test.

4 Sklepi

Pogostnost rabe in gnojenje močno vplivata na botanično sestavo travne ruše (Kramberger, 1994; Sanderson in sod., 2005). Spremembe v sestavi ruše se odražajo že v prvem letu delovanja, v tretjem letu pa pride do ponovnega uravnoteženja v zastopanosti vrst.

Najpomembnejše ugotovitve so, da gnojenje v primerjavi s kontrolo ni zmanjšalo število vrst, kar je v nasprotju z literaturnimi podatki (Leskošek 1965; Kramberger 1994; Nösberger in sod., 1994). Da se število rastlinskih vrst pod vplivom gnojenja in paše ni zmanjšalo je vzrok tudi v relativno neintenzivnem gnojenju in rabi v poskusu, da bi dosegli čim manjši negativni efekt na okolje.

Prav tako je gnojenje na poskusu bistveno povečalo zastopanost visoke pahovke in hkrati zmanjšalo zastopanost močvirske preslice. Metuljnice so se v nekoliko večjem obsegu pojavile na poskusu šele v tretjem letu (2001) pri PK gnojenju in 2 kosni zapozneli rabi. Med metuljnicami so prevladovali: ptičja grašica, travniški grahor in hmeljna meteljka. Zmanjšana rastlinska pestrost travnikov se lahko pojavi že v prvih letih po opustitvi rabe, še pred pojavom drevesnih vrst.

Pod vplivom obravnavanj je med botaničnimi skupinami v poskusu prišlo do povečanja trav na škodo zeli. Delež metuljnic je ostal neznamen v vseh variantah (slika 3). Pogostna košnja, kot tudi gnojenje sta znatno zmanjšala zastopanost močvirske preslice v ruši, zmanjšanje je bilo največje pri najbolj intenzivni košnji (4 x) in NPK gnojenju.

Botanična sestava ruše se je na poskusu že v prvem letu še bolj pa v naslednjih letih izrazito spremenila pod vplivom gnojenja. Praktično nobenih razlik ni bilo vidno med pogostnostjo rab. PK gnojenje je v prvih dveh letih vplivalo na botanično sestavo podobno kot NPK gnojenje.

V tretjem letu pa so se pri 2-kosni zapozneli rabi na poskusu razširile ptičja grašica, travniški grahor in hmeljna meteljka. Opustitev gnojenja ima nezaželjene posledice na botanično sestavo ruše. Efekti PK gnojenja so le malo zaostajali za efekti NPK gnojenja. Na hranilno vrednost zelinja je vplivala pogostnost rabe manj pa tudi gnojenje. Vendar intenzivnejše pridelovanje krme zahteva bolj pogosto košnjo, da ostane hranilna vrednost travne ruše dobra, ker se gnojena travna ruša hitreje stara.

5 Literatura

Braun-Blanquet, J. 1964. *Pflanzensoziologie. Grundzuege der Vegetationskunde*. Wien-New York, 3. izdaja, Springer Verlag: 865 str.

Čop, J., Seliškar, A., Vidrih, M., Sinkovič, T., Hacin, J. 2000. *Alternative v pridelovanju krme na šotnih/mineralnih travniških tleh na Ljubljanskem Barju*. Novi izzivi v poljedelstvu 2000, Zbornik simpozija. Slovenian Society of Agronomy. Ljubljana, 220-226.

Čop, J., Vidrih, M., Sinkovič, T. 2004. *Influence of cutting and fertilizing management on herbage botanical composition of Ljubljana marsh grassland*. V: *Land Use Systems in Grassland Dominated Regions. Proceedings of the 20th General Meeting of the European Grassland Federation*, Luzern, Švica, 21-24 junij 2004. 9:222-224.

Ellenberg, H. 1952. *Wiesen und Weiden und ihre standoertliche Bewertung*. Stuttgart, Eugen Ulmer Verlag: 143 str.

Kotnik, T., Vidrih, T. 1996. *Omejevanje širjenja preslice (Equisetum sp.) na nižinskih pašnikih*. Sodobno kmetijstvo, 29, 5: 215-216.

Kramberger, B. 1994. *Vpliv intenzivnega izkoriščenja na botanično sestavo trajnega travinja*, V: *Novi izzivi v poljedelstvu*, Kočevje, 7-8 avgust 1994. Kotnik T. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 209-216.

Leskošek, M. 1965. *Vpliv fosfatov na pridelek ter floristično in kemično sestavo mrve v Sloveniji*. Doktorska dizertacija. Ljubljana, Zavod magistrat: 183 str.

Martinčič, A., Wraber, T., Jogan, N., Ravnik, V., Podobnik, A., Turk, B., Vreš, B. 2007. *Mala flora Slovenije. Ključ za določanje praprotnic in semenk*. Tehniška založba Slovenije: 967 str.

Milevoj, L. 1992. *Zatiranje močvirske preslice s herbicidi (Equisetum palustre L.)*. Sodobno kmetijstvo, 25, 12: 523-526.

Nösberger, J., Lehman, J., Jeangros, B., Dietl, W., Kessler, W., Bassetti P., Mitchley, J. 1994. *Grassland production systems and nature conservation*. V: *Grassland and society. Proceedings of the 15th General Meeting of the European Grassland Federation*, Wageningen, Nizozemska, 6-9 junij 1994. rMannetje L., Frame J. (eds). Wageningen, Wageningen Pers.: 255-265.

Sanderson, M. A., Skinner, R. H., Barker, D. J., Edwards, G. R., Tracy, B. F., Wedin, D. A. 2004. *Plant species diversity and management of temperate forage and grazing land ecosystems*. *Crop Sci.*, 44: 1132-1144.

- Sanderson, M. A., Soder, K. J., Muller, L. D., Klement, K. D., Skinner, R. H., Goslee, S. C. 2005. Forage mixture productivity and botanical composition in pastures grazed by dairy cattle. *Agron. J.*, 97: 1465-1471.
- Sanderson, M. A., Goslee, S. C., Solder, K. J., Skinner, R. H., Tracy, B. F., Deak, A. 2007. Plant species diversity, ecosystem function and pasture management. *Can. J. Plant Sci.*, 87 (3): 479-487.
- Seliškar, A. 1986. Vodna, močvirna in traviščna vegetacija Ljubljanskega barja (vzhodni del). *Scopolia*, 10: 1-41.
- Sinkovič, T. 2006. Vpliv rabe tal na botanično sestavo travne ruše v različnih talnih razmerah Ljubljanskega barja. *Acta agriculturae Slovenica*, 87-2: 225-233.
- Soder, K. J., Rook, A. J., Sanderson, M. A., Goslee, S. C. 2007. Interaction of plant species diversity on grazing behavior and performance of livestock grazing temperate region pastures. *Crop Sci.*, 47: 416-425.
- Tracy, B. F., Faulkner, D. J. 2006. Pasture and cattle responses in rotationally stocked grazing system sown with differing levels of species richness. *Crop Sci.*, 46: 2062-2068.
- Zechmeister, H. G., Schmitzberger, I., Steurer, B., Peterseil, J., Wrška, T. 2003. The influence of land use practices and economics on plant species richness in meadows. *Biol. Conserv.*, 114: 165-177.

Preprečevanje in zmanjševanje zaraščanja kmetijskih zemljišč v Ribniško - Kočevski dolini

Rozalija ILC¹²⁷, Darja KOCJAN AČKO¹²⁸

Izvleček

Zaraščanje kmetijskih zemljišč v Sloveniji je opazen in napredujoč proces, ki zmanjšuje obseg kmetijskih zemljišč in spreminja kulturno krajino. Cilj raziskave je bil pridobiti mnenje o zaraščanju kmetijskih zemljišč na območju občin Ribnica in Kočevje, o njegovih vzrokih in možnostih omejevanja. Anketo z 21 vprašanji odprtega tipa je januarja 2008 izpolnilo 20 gospodarjev poljedelsko-živinorejskih kmetij. Po mnenju večine anketirancev je zaraščanje kmetijskih zemljišč na njihovem območju nepovraten proces, moteč za prebivalce in škodljiv za državo. Zaraščajo se predvsem zemljišča, kjer so bili še nedavno pašniki. Večina anketirancev (80%) meni, da se ne zaraščajo kmetijska zemljišča v njihovi lasti in najemu, ampak zemljišča na drugih kmetijah. Glavni vzroki za zaraščanje so v pomanjkanju zanimanja za kmetijstvo med mladimi, v razdrobljenosti zemljišč in v opuščanju govedoreje. Ker kmetijstvo ni več primarna dejavnost prebivalcev Ribniško-Kočevske doline uvrščajo obdelavo zemljišč in njivsko pridelavo med dohodkovno rizične investicije. Preprečevanje in zmanjševanje zaraščanja mora temeljiti na odpravljanju vzrokov za zaraščanje. Razdrobljenost zemljišč bi lahko odpravili s pravičnim združevanjem zemljišč, kar pa je težko izvedljivo. Davčna politika, subvencije in olajšave postopkov pri prepisu lastništva zemljišč so neustrezne in nezadostne. Kmetijstvo v Ribniško-Kočevski dolini bi morali narediti ekonomsko zanimivejše mladim, le na ta način se generacijska vez ne bo prekinila.

Glavne besede: kmetijska zemljišča, zaraščanje, anketa, Ribniško-Kočevska dolina

Elimination and limitation of the overgrowing agricultural land in the Ribniško-Kočevska dolina

Abstract

Reduction of rural areas in Slovenia and the change of cultural landscape caused an advanced overgrowth of agricultural land. The aim of research was to obtain farmers' opinions about the overgrowth in the Ribniško-Kočevska region, to understand the causes of overgrowth and to find possibilities for its limitation. A questionnaire with twenty-one questions was presented to twenty local farmers. Most farmers believe that the overgrowth of agricultural land is an irreversible, uneconomical and disturbing process. Overgrowth has increased especially on abandoned pastures. 80% farmers deny their responsibility for the forestation of their farmland. The reasons for forestation as they stated, are the lack of interest in farming among young people, parcellisation of the land, abandonment of raising cattle, socio-economic and political circumstances. Farming is not the primary activity in the Ribniško-Kočevska region. The proposed solution is to eliminate the reasons for overgrowth. The parcellisation of the land could be reduced by professional commassations. Economic problems should be solved by more favourable taxation applied by the government, subventions and the simplification of the property transfer. Better farming conditions would increase interest for farming and encourage young people to stay on the farms and thus, preserve a cultural landscape.

Key words: agricultural land, overgrowing, opinion poll, Ribniško-Kočevska region

1 Uvod

¹²⁷ Dipl. ing. zoot., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana e-pošta: zalka.ilc@bf.uni-lj.si

¹²⁸ Viš. pred., dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, e-pošta: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

Kulturno krajino oblikuje človek s pridobitniškimi interesi, najprej zaradi potrebe po hrani in preživetju, potem zaradi želje po čim večjem zaslužku. V različnih državah pojmujejo zaraščanje na več načinov. V nemški literaturi velikokrat najdemo izraz *Brachland* predvsem za trajno opuščena zemljišča, *Socialbrache*, če gre za neobdelana zemljišča zaradi socialne preselitve lastnikov, *Strukturbrache*, če gre za zemljišča, ki imajo zaradi strukturnih omejitev mejno donosnost, *Ödland* pa imenujejo zemljišča, ki se jih s stroškovnega vidika ne splača obdelati (Ruppert, cit. po Žvipelj, 2000). Na angleškem govornem območju sta dva izraza, ki se uporabljata za zaraščanje in sicer *Abandoned Agricultural Land*, kar pomeni opuščeno kmetijsko zemljišče in *Overgrowing of Agricultural Land*, če gre za preraščanje kmetijskih zemljišč.

Sodobni prelog je izraz, ki se za zaraščanje uporablja v slovenski geografski literaturi in se deli glede na vzrok opuščanja na *socialni prelog* in na *tehnološki prelog* (Vodlan, 2006). Pojem kmetijsko zemljišče v zaraščanju je v Sloveniji najprej začela uporabljati gozdarska stroka, na področju kmetijstva je izraz uveljavila šele agrokarta v osemdesetih letih prejšnjega stoletja.

Zaraščanje kmetijskih zemljišč dosega nezaželene in glede ohranjanja obdelanosti in poseljenosti zaskrbljujoče razsežnosti. Zlasti hribovita in kraška območja z omejenimi možnostmi rabe zemljišč za kmetijstvo izgubljajo prejšnji kmetijski pomen in privlačnost, postajajo neprehodna in zato turistično manj zanimiva, zmanjšuje se pestrost rastlinskih vrst in življenjskih okolij za domače živali. V zaraščajočih okoljih propadajo ceste in poti ter brežine vodotokov, ki lahko postanejo pri izrednih vremenskih pojavih nevarne za uporabnike.

S pristopom Slovenije v EU lahko pričakujemo še večjo stopnjo zaraščanja, saj sta slovensko kmetijstvo in živilska industrija soočena s konkurenco velikih pridelovalcev in predelovalcev hrane. Krivde zaraščanja ni mogoče pripisati samo kmetijstvu, temveč širšim družbeno-ekonomskim zakonitostim, ki vplivajo na razvoj posameznih gospodarskih dejavnosti (Cunder, 1998). Zaraščanje je velik družbeni in okoljski problem, ki lahko vpliva na druge dejavnosti, kljub temu pa je kulturno krajino mogoče ohraniti le s kmetijstvom, na primer z usmerjeno sonaravno pridelavo in pašno rejo domačih živali. Kmetijski prostor je pomemben tudi iz širšega družbenega vidika, saj z obdelano in negovano krajino povečujemo atraktivnost prostora, da postaja zanimiv tudi za razvoj drugih gospodarskih in negospodarskih dejavnosti.

Ribniško-Kočevska dolina je območje Slovenije z intenzivnim zaraščanjem. Vzroke lahko iščemo v naravnih dejavnikih (relief, tip tal, podnebje), starostni in izobrazbeni strukturi prebivalstva, socialno-ekonomskih značilnostih, ki so se oblikovale skozi njen zgodovinski razvoj. Na območju Ribniško-Kočevske doline je razgiban relief, prevladujejo apnenci, na katerih so se razvile rendzine in različno globoka rjava pokarbonatna tla. Zaradi reliefa in plitvosti tal ter površinske skalovitosti so takšna zemljišča najbolj primerna za govedorejo in rejo drobnice, predvsem v obliki paše. Zaradi bližine Ljubljane je večina aktivnega prebivalstva našla zaposlitev izven tega območja, kar je tudi pomemben vzrok za opuščanje kmetijske dejavnosti.

Po statističnem popisu je bilo leta 2000 v Ribniško-Kočevski dolini še 549 kmetijskih gospodarstev (Popis kmetijskih gospodarstev ..., 2000). V letu 2006 je vlogo za kmetijske subvencije oddalo 432 kmetij, kar 404 kmetije pa so vključene v en ali dva ukrepa slovenskega kmetijsko okoljskega programa S(KOP). S kmetijstvom se ukvarjajo pretežno starejši lastniki kmetij (preglednica 1), ki pa jih večina nima zagotovljenih naslednikov, saj se mlajši zaposlujejo in izobražujejo na drugih področjih izven kmetijstva. Zaskrbljujoče je stanje, da je skoraj polovica gospodarjev starih nad 64 let (preglednica 1). Izstopa tudi nizka izobrazbena raven gospodarjev na kmetijah (preglednica 2). Več kot polovica vseh

gospodarjev ima končano samo osnovno šolo. Vse to so vzroki, da je zdaj v občini Ribnica zaraščenih 304 ha (7,7%) kmetijskih zemljišč, v občini Kočevje pa 1002 ha (13,7%) (preglednica 3).

Preglednica 1: Starostna sestava gospodarjev na družinskih kmetijah v občinah Ribnica in Kočevje
(Popis kmetijskih gospodarstev ..., 2002)

Starost	Ribnica		Kočevje	
	Število gospodarjev	Odstotek (%)	Število gospodarjev	Odstotek (%)
Pod 35 let	15	2,7	10	5,6
Med 35 in 44 let	56	10,2	36	20,3
Med 45 in 54 let	89	16,2	59	33,3
Med 55 in 64 let	125	22,8	32	18,1
Nad 64 let	264	48,1	40	22,7
Skupaj	549	100	177	100

Preglednica 2: Šolska izobrazba gospodarjev družinskih kmetij v občinah Ribnica in Kočevje
(Popis kmetijskih gospodarstev ..., 2002)

Izobrazba	Ribnica		Kočevje	
	Število gospodarjev	Odstotek (%)	Število gospodarjev	Odstotek (%)
Brez izobrazbe	37	6,7	27	15,2
Osnovnošolska izobrazba	282	51,4	49	27,7
Poklicna izobrazba	142	25,9	50	28,2
Srednješolska izobrazba	73	13,3	42	23,7
Višja izobrazba in več	15	2,7	9	5,2
Skupaj	549	100	177	100

Preglednica 3: Dejanska raba kmetijskih zemljišč v občinah Ribnica in Kočevje (Raba kmetijskih zemljišč, 2007)

Zemljiška kategorija	Ribnica		Kočevje	
	Velikost (ha)	Odstotek (%)	Velikost (ha)	Odstotek (%)
Njive in vrtovi	144,48	3,68	404,8	5,54
Rastlinjaki	0,13	0,00	0,42	0,01
Intenzivni sadovnjaki	0,07	0,00	0,96	0,01
Ekstenzivni sadovnjaki	123,71	3,15	114,47	1,56
Trajni travniki	3340,73	85,10	5747,24	78,55
Barjanski travniki	10,08	0,26	43,00	0,59
Zemljišča v zaraščanju	304,42	7,75	1002,15	13,69
Neobdelana kmetijska zemljišča	1,83	0,05	3,10	0,04
VSA ZEMLJIŠČA	3925,45	100	7316,62	100

2 Material in metode dela

Mnenje o zaraščanju na območju občin Ribnica in Kočevje smo dobili s pomočjo ankete. Anketiranci so bili prebivalci s statusom kmeta, ki se v večjem obsegu ukvarjajo s poljedelstvom in živinorejo. Glede na prevladujočo govedorejo je na njivah najbolj razširjena poljščina koruza za zrnje in silažo, v kolobarju, ki se ponovno uvaja sejejo trave in travno-deteljne mešanice, njive pod strnimi žiti in krompirjem so redke in majhne. Kmetije smo izbrali s pomočjo kmetijske svetovalne službe v Ribnici in Kočevju. V občini Ribnica je bilo v raziskavo vključenih 15 anketirancev, ki živijo na kmetijah v vaseh Rakitnica, Dolenja vas, Nemška vas, Goriča vas, Hrovača, Otavice, Kot pri Ribnici, Velike Poljane, Sveti Gregor, Jurjevica in Žlebič. V občini Kočevje pa je bilo izbranih 6 anketirancev iz vasi Gotenica, Knežja, Lipa, Nemška Loka, Rajhenav in Stari Breg. Lega kmetij je vrisana na sliki 1.

Anketo je gospodarjem kmetij pri osebnem obisku decembra 2007 vročila in kratko obrazložila izvajalka ankete, anketiranci pa so na vprašanja odprtega tipa po njenem odhodu odgovorili sami. Po anketi se je vrnila januarja 2008, odgovorjenih je bilo vseh 21 vprašanj in vrnjenih vseh 20 anket.

Namen raziskave je bil, da z analizo odgovorov na anketna vprašanja dobimo mnenje o zaraščanju kmetijskih zemljišč, o vzrokih in možnih ukrepih za preprečevanje in zmanjševanje. Zanimal nas je tudi vpliv državnih subvencij na zaraščanje.

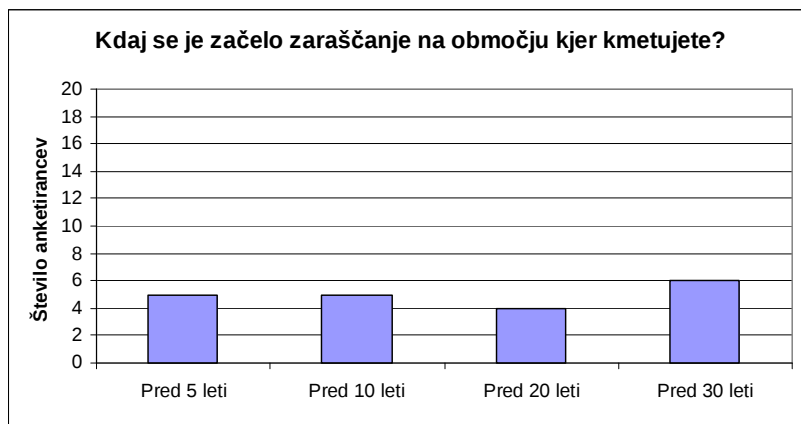


Slika 1: Občini Ribnica in Kočevje z vrisanimi legami kmetij anketirancev

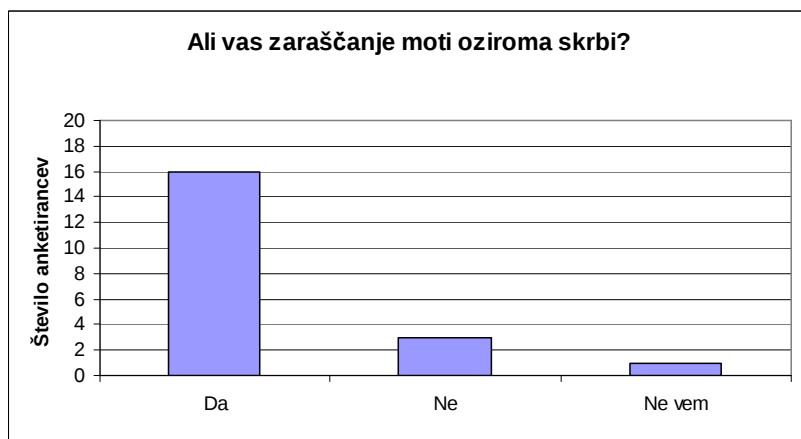
3 Rezultati z diskusijo

Zaraščanje na območju Ribnice in Kočevja ima iz leta v leto bolj opazne posledice. Mnenja o zaraščanju so različna, vendar je večina anketirancev menila, da segajo začetki tega procesa že v sedemdeseta leta prejšnjega stoletja (slika 2). Izmed prevladujočih zemljiških kategorij na tem območju se po njihovem mnenju najbolj zaraščajo pašniki, predvsem zaradi opuščanja živinoreje. Nekdanji pašniki so na višje ležečih območjih in najbližje gozdni meji. Večina anketirancev (80%) je odgovorila, da jih zaraščanje moti (slika 3). Na zaraščenih območjih se namreč pojavljajo divja odlagališča, pogosto se zarastejo tudi poti med parcelami, kar otežuje

obdelavo in dostopnost do parcel, ki se še obdelujejo. Prav tako jih večina meni, da je zaraščanje škodljivo tako za državo in narodno gospodarstvo, kot za prihodnost posameznih kmetij. Večinsko mnenje je, da se zaraščena zemljišča ne morejo več spremeniti v njive, travnike in pašnike. Med vzroki zaraščanja navajajo zastarelo, neustrezno in nezadostno kmetijsko tehniko. Z navadnimi kosilnicami, ki jih imajo kmetje, je namreč košnja zaraščenih zemljišč nemogoča, ročno čiščenje pa je pretežno in prenevarno za ostarele kmete. Zanimivo je, da sta samo dva anketiranca navedla (priznala), da se zaraščajo tudi zemljišča na njihovi kmetiji. Kot je razvidno iz slike 2, je mnenje kmetov o začetku zaraščanja zelo heterogeno. Za posamezen odgovor se je opredelila približno četrтина anketirancev.



Slika 2: Začetek zaraščanja kmetijskih zemljišč v Ribniško-Kočevski dolini (n=20); januar 2008

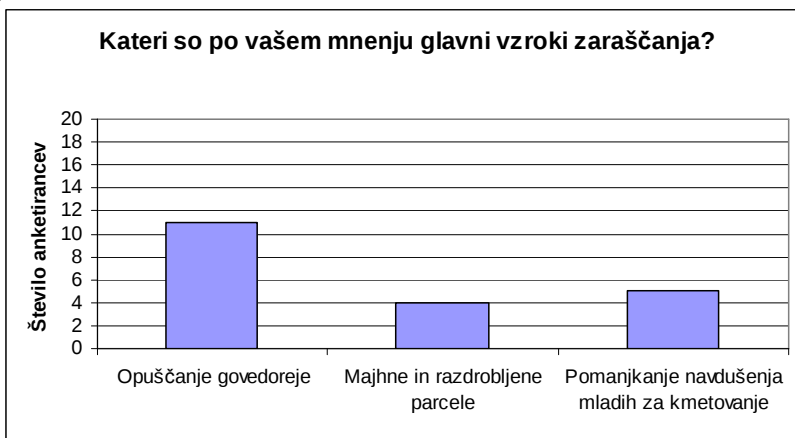


Slika 3: Mnenje o zaraščenih zemljiščih v Ribniško-Kočevski dolini (n=20); januar 2008

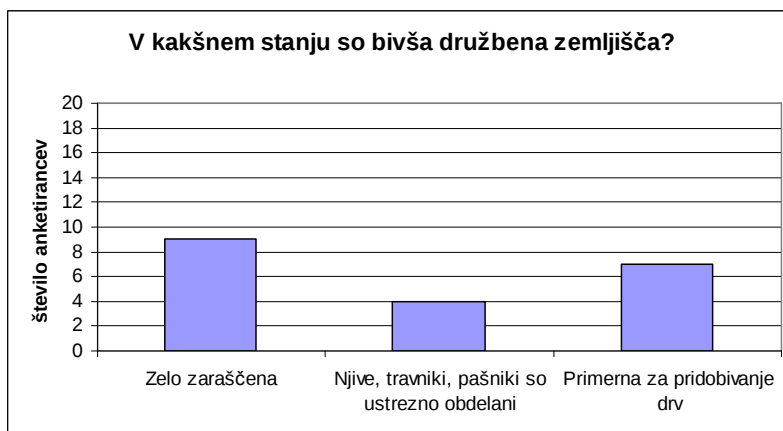
Kot glavni vzrok zaraščanja anketiranci navajajo opuščanje govedoreje (slika 4). Devet jih je izpostavilo tudi razdrobljenost parcel in pomanjkanje zanimanja in navdušenja za kmetijstvo med mladimi. Razdrobljenost zemljišč bi lahko rešili s komasacijami, vendar se jih kmetje bojijo, ker so se združevanja zemljišč na nekaterih območjih v preteklosti končala s sporom med lastniki zemljišč. Večina anketirancev (80%) meni, da zaraščanje zemljišč preprečujejo le ozavešeni in pridni lastniki oziroma najemniki zemljišč. Anketiranci opažajo, da so zaraščena tudi bivša družbena posestva. Le 20% vprašanih je bilo mnenja, da so zemljišča, ki

so bila nekdanj v družbeni lasti danes dobro obdelana. Nekoliko manj kot polovica (45%) jih meni, da so ta zemljišča zelo zaraščena, 35% pa jih meni, da se zaraščenost teh zemljišč lahko izkoristi za pridobivanje lesne biomase (slika 5).

Kmetijska raba pretežnega dela zemljišč, ki se zaraščajo, tudi ob največji racionalizaciji stroškov in dela danes ni ekonomsko sprejemljiva, zato anketiranci menijo, da bi na obdelanost zemljišč morala vplivati država z davčno politiko. Večinsko mnenje (80%) je, da sedanja davčna politika ne vzpodbuja obdelave zemljišč. Čeprav na območju občine Ribnica ni razvitega kmečkega turizma, bi le ta, po mnenju anketirancev, lahko zmanjšal stopnjo zaraščanja, saj bi pozitivno vplival tako na urejenost posamezne kmetije, kot tudi na širšo kulturno krajino.



Slika 4: Mnenje anketirancev o vzrokih zaraščanja v Ribniško-Kočevski dolini (n =20); januar 2008

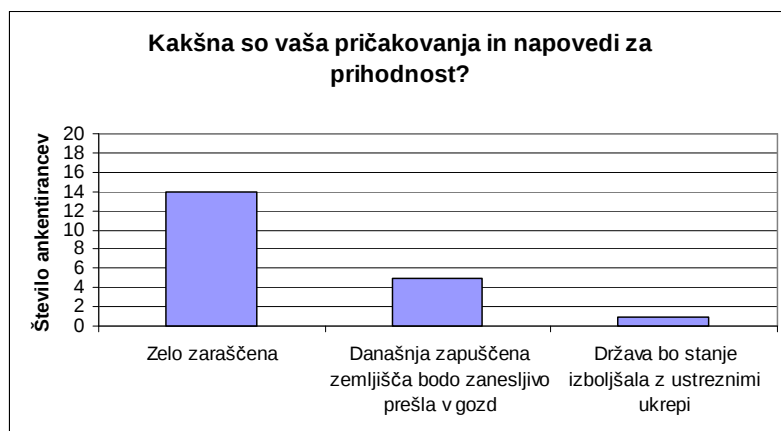


Slika 5: Mnenje o stanju obdelanosti zemljišč na območju Ribniško-Kočevske doline, ki so bila v preteklosti v družbeni lasti (n=20); januar 2008

Anketiranci so razmišljali o možnostih za reševanje problematike zaraščanja. Slaba polovica (40%) jih meni, da je odgovornost predvsem na lastnikih, da skrbijo in obdelajo svoja zemljišča, 35% pa jih pričakuje pobudo države v obliki subvencij in olajšav. Le 20% anketirancev se zavzema za reševanje razdrobljenosti parcel s komasacijami, ki pa bi morale

biti izpeljane tako, da nobeden lastnik ne bi bil oškodovan. Denarna pomoč oziroma subvencija bi morala pokriti vsaj stroške obdelave zemljišča saj prevladuje mnenje, da je dohodek od pridelka manjši, kot so stroški za obdelavo. Za 30% vprašanih so pomembne tudi davčne olajšave in olajšave pri zavarovanju poslopij in pridelkov. Pri 15% vprašanih se je porodila ideja za subvencioniran odkup sena. Večinsko mnenje (70%) je bilo, da so primernejše subvencije na velikost zemljišča kot na pridelek. Denarne kazni za neobdelana zemljišča po mnenju anketirancev niso ustrezna rešitev, saj prizadenejo največkrat socialno najbolj ogrožene, zdravstveno šibke in starejše kmete, ki nimajo sredstev za nakup strojev in orodja, s katerim bi preprečili ali zmanjšali zaraščanje. Anketiranci predlagajo tudi čiščenje zaraščenih zemljišč, predvsem tistih, ki so bila nekdanj v lasti velikih družbenih podjetij in so danes v skladu kmetijskih zemljišč. Pri tem je nekaj anketirancev (15%) omenilo nezadostno znanje in nemotiviranost delavcev, ki jih pošiljajo iz borze dela.

Kljub rešitvam o katerih so razmišljali anketiranci, je večinsko mnenje glede prihodnosti zaraščanja precej črnogledno. Velika večina vprašanih je menila, da se bo zaraščanje nadaljevalo in da bo večina danes zapuščenih zemljišč prešla v gozd. Praznitev nekaterih naselij se bo stopnjevala, vse do izumrtja vasi. Le en vprašani je menil, da bo državi uspelo zaustaviti zaraščanje.



Slika 6: Napoved usode kmetijskih zemljišč v zaraščanju na območju Ribniško-Kočevske doline (n=20); januar 2008

4 Sklepi

Na osnovi analize odgovorov v anketi, ki je zajela dvajset anketirancev poljedelsko-živinorejskih kmetij v občinah Ribnica in Kočevje, smo izoblikovali skupno mnenje, ki ga imajo kmetje obeh občin o problematiki zaraščanja.

Glede na mnenje večine anketirancev je zaraščanje kmetijskih zemljišč na njihovem območju ireverzibilen in zaskrbljujoč proces, ki je škodljiv za kmetije in škodljiv za državo. Zaraščajo se predvsem zemljišča, kjer so bili nekoč pašniki. Mnenje 80% anketirancev je, da se zemljišča v njihovi lasti ne zaraščajo, 20% anketiranih pa je priznalo, da se zaraščajo tudi njihova zemljišča.

Glavne vzroke za zaraščanje vidijo anketiranci v pomanjkanju zanimanja za kmetijstvo med mladimi, v razdrobljenosti zemljišč in opuščanju govedoreje. Zelo pomembni so tudi ekonomski vzroki, saj kmetijstvo ni primarna dejavnost prebivalcev tega območja, obdelovanje zemljišč in oskrba posevkov pa velikokrat presega vložene stroške za material in delo.

Reševanje tega vprašanja mora temeljiti na odpravljanju vzrokov za zaraščanje. Razdrobljenost zemljišč bi lahko odpravili s strokovno izpeljanimi komasacijami, izkušnje pa kažejo, da so te težko izvedljive. Ekonomske vzroke bi morala reševati država s primerno davčno politiko in subvencijami pri odkupu pridelkov ter s pravno ter finančno pomočjo pri prepisu lastništva zemljišč. Le na ta način bi kmetijstvo postalo mladim tudi ekonomsko sprejemljivo.

Kljub navedenim rešitvam je večinsko mnenje glede prihodnosti zaraščanja črnogledo. Večina anketirancev meni, da se bo zaraščanje kmetijskih zemljišč nadaljevalo, da se bo gozdna meja zniževala in da se bodo vasi še naprej praznile.

5 Literatura

- Cunder T. 1998. Zaraščanje kmetijskih zemljišč in ukrepi za preprečevanje opuščanja pridelave. Ljubljana, Ministrstvo za znanost in tehnologijo RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS: 59 str.
- Ilc R. 2008. Zaraščanje kmetijskih zemljišč na območju Ribniško-Kočevske doline. Diplomsko delo. Mentorica: Darja Kocjan Ačko. Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana: 52 str.
- Popis kmetijskih gospodarstev Slovenije 2000 in 2002. Ljubljana, Statistični urad Republike Slovenije (disketa).
- Vodlan M. 2006. Poraba energije pri čiščenju zaraščenih kmetijskih zemljišč na dveh lokacijah v Sloveniji. Diplomsko delo. Ljubljana, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete: 43 str.
- Žvipelj V. 2000. Mnenje prebivalcev o zaraščanju kmetijskih zemljišč na območju občin Pivka in Postojna. Diplomsko delo. Ljubljana, Oddelek za agronomijo Biotehniške fakultete: 91 str.

Ekološko pridelana ajda kot pomemben vir naravnih antioksidantov

Ivan KREFT¹²⁹, Mateja GERM¹³⁰, Blanka VOMBERGAR¹³¹

Izvleček

Navadna ajda (*Fagopyrum esculentum*) in tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum*) sta zaradi vsebnosti fenolnih snovi odporni na rastlinojede in škodljivce ter bolezni, pa tudi na vplive ultravijoličnega sevanja. Obe uspevata tudi v razmeroma neugodnih talnih razmerah. Pri gojenju ajde običajno ne uporabljamo mineralnih gnojil ali pesticidov, zaradi tega je primerna za ekološko pridelovanje. Fenolne snovi so v prehrani pomembni antioksidanti.

Glavne besede: kakovost, UV-B sevanje, flavonoidi

Ecologically cultivated buckwheat as a source of natural antioxidants

Abstract

Common buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) and tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum*) have high nutritional quality, and are resistant to grazing by animals, pests, diseases and UV radiation because of their content of phenolic substances. Both species also grow in unfavourable soil conditions. Buckwheat is sensitive to application of mineral fertilizers, especially nitrogen fertilizers. Buckwheat is as a semi-wild plant suitable for growing without pesticides and artificial mineral fertilisation. All these make buckwheat suitable for production of organically grown foods.

Key words: quality, UV-B radiation, flavonoids

1 Uvod

Ajda (*Fagopyrum esculentum* Moench) je poljščina, ki izvira s Kitajske, v Evropi pa jo pridelujemo od 15. stoletja. Napredek pri žlahtnjenju ajde je bil počasen zaradi kompleksnega genetskega sistema povezanega z raznovratnostjo cvetov in samoinkompabilnostjo.

Ajda je priljubljena zaradi značilnega okusa pa tudi, ker je znan njen pomen pri zdravi prehrani. Lahko je pomembna alternativna poljščina in izhodišče za zanimive prehranske izdelke (Kreft, 1994). Ponovno večje zanimanje za ajdo je osnovano na prehranski kakovosti pridelka ajde in na tem, da jo lahko pridelujemo na ekološki način.

2 Selen in drugi elementi v sledovih v ajdi

Ajda je bogata z elementi v sledovih (na primer Zn, Cu, Mn in Se), toda pridelovati jo je potrebno v čistem okolju, sicer se v njej nabirajo tudi neželeni elementi. Različne mlevske frakcije imajo različno vsebnost elementov v sledovih in beljakovin, temne moke so navadno bogatejše z mineralnimi snovmi in beljakovinami (Ikeda in Yamashita, 1994; Kreft in sod., 1996). Svetle moke imajo več škroba.

V več predelih Azije in Evrope je pomanjkanje selena v prehrani zaradi nizke vsebnosti ali težke dostopnosti selena za rastline. V nekaterih ožjih območjih pa je obratno preveč selena v tleh in v rastlinah. Pomembno je, da imamo informacije o vsebnosti Se v ajdi, v drugih pridelkih in v tleh.

¹²⁹ Prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: ivan.kreft@guest.arnes.si

¹³⁰ Dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana

¹³¹ Mag., Živilska šola Maribor, Park mladih 3, 2000 Maribor

V zrnatih kulturah, ki so jih že raziskovali (pšenica, riž, soja) je pomemben del selena v beljakovinah kot selenometionin (Olson in sod., 1970; Yasumoto in sod., 1988; Sathe in sod., 1992a; Sathe in sod., 1992b; Wang in sod., 1996).

V vzorcih ajde smo selen raziskovali z radiokemično aktivacijsko analizo (radiochemical neutron activation analysis RNAA) na Inštitutu Jožef Štefan v Ljubljani po metodi, ki je že bila opisana (Dermelj in sod., 1991; Stibilj in sod., 1994).

V različnih mlevskih frakcijah ajde (sorta Siva), pridelane na območju Domžal, je bila vsebnost Se od okoli 10 ng/g (sušine) v svetlih mokah in do 35 ng/g v temnih mokah. V kalčkih ajde je bilo do 120 ng/g Se in v ajdovi kaši nekaterih vzorcev s Kitajske do okoli 340 ng/g Se (Modic in sod., neobjavljeni rezultati). Tudi ajdov kruh je lahko pomemben prehranski vir selena.

3 Rutin in drugi sekundarni metaboliti

Ajda vsebuje pomembno količino rutina (kvercetin-3-rutinosid) in drugih polifenolnih snovi (Luthar, 1992). Vsebnost rutina v ajdi in ajdovih izdelkih je ena najpomembnejših prehranskih lastnosti ajde (Michalova, 1998; Afanasev in sod., 2001). Rutin, kvercetin in nekatere druge fenolne snovi so lahko, v zmerni količini, pomembne za preventivo pred rakom debelega črevesa in drugimi oblikami raka. Fenolne snovi lahko tudi nižajo raven holesterola v krvi (Thompson, 1993). Analize vzorcev genske banke so pokazale veliko variabilnost med vzorci glede na vsebnost polifenolnih snovi (Luthar, 1992; Kreft in sod., 1994).

Rutina je največ v cvetovih in zelenih delih rastline, nekaj pa ga je tudi v ajdovi moki, več v temni kot v svetli. Tatarska ajda (*Fagopyrum tataricum*) vsebuje v vseh delih, zlasti pa v zrnih, več rutina kot navadna ajda. Pri pripravi ajdovega testa se del rutina zaradi lastnih encimov delno razgradi, kar pravkar raziskujemo v sodelovanju obeh inštitucij. Izhodišča za to raziskavo so bila že predhodno objavljena (Eskin in sod., 1998; Kreft in sod., 2006), potrebno pa je še podrobneje raziskati v konkretnih razmerah tehnologije priprave ajdovih jedi.

Kvercetina navadno ne najdemo v svežih vzorcih ajde, lahko pa se v različnih delih požete rastline ajde pojavi kot rezultat encimskih procesov po žetvi.

Fagopirin je snov, ki povzroča občutljivost ljudi na svetlobo, če pojedjo preveč zelenih delov rastlin ajde. Podoben je hipericinu šentjanževke, vendar še ni znano, če ima tudi podobne učinke na ljudi kot hipericin (zunanje razkuževanje ran, blag antidepresiv). Če je kaj fagopirina tudi v zrnih ajde še ni dovolj proučeno. V zelenih delih ajde so lahko tudi snovi, ki povzročajo rahel odvajalni učinek (Hagels, 2007).

4 Beljakovine ajde

V embriju ajde (vključno s kličnima listoma) je veliko beljakovin z visoko hranilno vrednostjo, kot tudi nekaj lipidov in vlaknin. Ajda je zanimiva zaradi uravnovešene sestave aminokislin (ima optimalno količino lizina, metionina, cisteina in drugih neobhodnih amino kislin) in zaradi visoke biotske vrednosti beljakovin (Eggum, 1980; Eggum in sod., 1981). Biotska vrednost beljakovin ajde je 93, v primerjavi z beljakovinami jajc (100), svinjine (84), sojine moke (68) in pšenice (63). Ajda vsebuje le malo prolaminov (Javornik in Kreft, 1984) in je pomembna za pripravo živil za paciente s celiakijo, preobčutljivostjo na pšenične beljakovine (Skerritt, 1986).

5 Škrob in prehranske vlaknine

Škrobna zrna ajde so v primerjavi z večino drugih rastlin majhna. Vrsta škroba je zelo pomembna s stališča občutljivosti škroba na razgradnjo (Guezennec in sod., 1993). Počasi razgradljiv škrob ajde se v debelem črevesu pod vplivom črevesne mikroflore namesto v sladkor razgradi v kratke maščobne kisline (Bornet, 1993; Annison in Topping, 1994; Cassidy in sod., 1994). Počasi razgradljiv škrob prispeva k nižanju vsebnosti holesterola v krvnem obtoku, podobno kot prehranske vlaknine. Raziskave so pokazale, da se škrob ajde v naših prebavilih razgrajuje počasi in da (v primerjavi z belim kruhom) dalj časa traja občutek sitosti po zaužitju obroka z ajdo (Škrabanja in Kreft, 1998).

Bonafaccia in Kreft (1994) sta ugotovila v vzorcih ajde od 3,4% do 5,2 % prehranskih vlaknin, od tega okoli 20% do 30% topnih v vodi. Zaradi teh lastnosti je ajda pomembna za nižanje krvnega tlaka in vsebnosti holesterola v krvi (He in sod., 1995).

Kalček ajde vsebuje topne ogljikove hidrate fagopiritole, ki so pomembni za preprečevanje težav zaradi diabetesa (Obendorf, 1998; Steadman in Obendorf, 1998).

Ajda nima glutena, zato je za tehnološke lastnosti izdelkov iz ajde pomembna tudi kakovost škroba (Ikeda in sod., 1997; Ikeda in sod., 1998). Kakovosten ajdov kruh pa dobimo z mešanjem ajdove moke z moko kakovostne pšenice (Kreft in sod., 1998). V Mariboru razvijamo ajdove kruhe brez dodatka pšenične moke, namenjene bolnikom s celiakijo.

6 Zahvala

Del raziskav kakovosti in uporabne vrednosti ajde je finansirala ARRS, Ljubljana v okviru projektov J7-9805-0106-06 in J4-9673-0481-06.

7 Literatura

- Afanasev, I. B., Ostrakhovitch E. A., Mikhalechik, E. V., Ibragimova, G. A., Korkina, L. G. 2001. Enhancement of antioxidant and anti-inflammatory activities of bioflavonoid rutin by complexation with transition metals. *Biochemical Pharmacology*, 61: 677-684
- Annison, G., Topping, D. L. 1994. Nutritional role of resistant starch: Chemical structure vs. physiological function.- *Ann. Rev. Nutrition*, 14: 297-320
- Bonafaccia, G., Kreft, I. 1994. Technological and qualitative characteristics of food products made with buckwheat.- *Fagopyrum*, 14: 35-42
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chem.*, 80: 9-15
- Bornet, F. 1993. Technological treatments of cereals. Repercussions on the physiological properties of starch.- *Carbohydrate Polymers*, 21: 195-203
- Cassidy, A., Bingham, S.A., Cummings, J. H. 1994. Starch intake and colorectal cancer risk: an international comparison. *British J. Nutrition*, 69: 937-942
- Dermelj, M., Stibilj, V., Stekar, J., Byrne, A. R. 1991. Simultaneous determination of iodine and selenium in biological samples by radiochemical neutron activation analysis. *Frasenius Journal of Analytical Chemistry*, 341: 258-261
- Eggum, B. O. 1980. The protein quality of buckwheat in comparison with other protein sources of plant or animal origin. In: Kreft, I. ed./Javornik, B. ed./Dolinšek, B. ed. *Symposium on Buckwheat*, Ljubljana, 1980. Ljubljana, Biotechnical faculty, 115-120
- Eggum, B. O., Kreft, I., Javornik, B. 1981. Chemical composition and protein quality of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Plant Food for Human Nutrition*, 30: 175-179
- Eskin, N. A. M., Przybylski, R., Malcolmson, L.M., Ryland, D., Mazza, G. 1998. The effect of temperature and water activity on rutin, chlorophylls and colour of stored buckwheat. In: *Advances in Buckwheat Research 7*, IBRA, Winnipeg, Manitoba, Canada, III - 3-6
- Guezennec, C. Y., Satabin, P., Duforez, F., Koziat, J., Antoine, J. M. 1993. The role of type and structure of complex carbohydrates response to physical exercise. *International Journal of Sports Medicine*, 14: 224-231

- Hagels, H. 2007. Sekundäre Pflanzeninhaltsstoffe des Buchweizens; Die Wirkungen des Rutins; Gewinnung von Rutin aus Buchweizenblättern; In: Das Buchweizenbuch. Islek ohne Grenzen.
- He, J., Klag, M. J., Whelton, M. J., Mo, J. P., Chen, J. Y., Qian, M. C., Mo, P. S., He, G. S. 1995. Oats and buckwheat intakes and cardiovascular disease risk factors in an ethnic minority in China. *Am. J. Clin. Nutr.*, 61: 366-372
- Ikeda, K. 1997. Molecular cookery science. In: *Cookery Science for the 21 Century*, Vol. 4, Kenpaku-Sha Press, Tokyo, Japan in Japanese
- Ikeda, K., Kishida, M., Kreft, I., Yasumoto, K. 1997. Endogenous factors responsible for the textural characteristics of buckwheat products.- *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 43: 101-111
- Ikeda, K., Arai, R., Kreft, I. 1998. A molecular basis for the textural characteristics of buckwheat products. In: *Advances in Buckwheat Research 7*, IBRA, Winnipeg, Manitoba, Canada, III - 57-60
- Ikeda, S., Yamashita, Y. 1994. Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese. *Fagopyrum*, 14: 29-34
- Javornik, B., Kreft, I. 1984. Characterisation of buckwheat proteins.- *Fagopyrum*, 4: 30-38
- Kreft, I., Jošt, M., Škrabanja, V. 1998. Genetic basis of wheat ideotype for special blended bread. In: Slinkard, A. E. Ed. *Proceedings of the 9th International Wheat Genetics Symposium*, Saskatoon, Saskatchewan, Canada
- Kreft, I., Luthar, Z. 1990. Buckwheat - a low input plant. In: N. El Bassam in sod. *Genetic aspects of plant mineral nutrition*, Kluwer Academic Publishers, 1990: 497-499
- Kreft, I. 1994. Traditional buckwheat food in Europe. *Bulletin of the Research Institute for Food Science Kyoto University*, 57: 1-8.
- Kreft, I., Bonafaccia, G., Zigo, A. 1994. Secondary metabolites of buckwheat and their importance in human nutrition. *Prehrambeno-tehnol. Biotehnol. Rev.*, 32: 195-197
- Kreft, I., Škrabanja, V., Ikeda, S., Ikeda, K., Bonafaccia, G. 1996. Dietary value of buckwheat. *Research Reports UL*, 67: 73-78
- Kreft, I., Fabjan, N., Yasumoto, K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chem.*, 98: 508-512
- Luthar, Z. 1992. Polyphenol classification and tannin content of buckwheat seeds (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Fagopyrum*, 12: 36-42
- Michalova, A. 1998. Study of relationships between yield and quality characters of common buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). In: *Advances in Buckwheat Research 7*, IBRA, Winnipeg, Manitoba, Canada, I - 88-96
- Morrison, W.R., Laignelet, B. 1983. An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and other starches. *J. Cereal Sci.*, 1: 9-20
- Obendorf, R. L. 1998. Buckwheat fagopyritols. In: *Advances in Buckwheat Research 7*, IBRA, Winnipeg, Manitoba, Canada, III - 65-71
- Olson, O. E., Novacek, E. J., Whitehead, E. I., Palmer, I. S. 1970. Investigations on selenium in wheat. *Phytochemistry*, 9: 1181-1188
- Sathe, S. K., Mason, A. C., Weaver, S. M. 1992a. Some properties of a selenium - incorporating sulfur-rich protein in soybeans (*Glycine max* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 2077-2083
- Sathe, S. K., Mason, A. C., Rodibaugh, R., Weaver, C. M. 1992b. Chemical form of selenium in soybean (*Glycine max* L.) lecithin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 40: 2084-2091
- Skerritt, J. H. 1986. Molecular comparison of alcohol-soluble wheat and buckwheat proteins. *Cereal Chem.*, 63: 365-369
- Steadman, K., Obendorf, R. L. 1998. The use of buckwheat bran milling fraction in bread. In: *Advances in Buckwheat Research 7*, IBRA, Winnipeg, Manitoba, Canada, III: 21-26
- Stibilj, V., Dermelj, M., Franko, M., Byrne, A. R. 1994. Spectrophotometric determination of the chemical yield in radiochemical neutron activation analysis of selenium. *Analytical Sciences*, 10: 789-793
- Škrabanja, V., Kreft, I. 1998. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat groats. An in vitro study. *J. Agr. Food Chem.*, 46: 2020-2023

- Thompson, L. U. 1993. Potential health benefits and problems associated with antinutrients in foods. *Food Research International*, 26: 131-149
- Wang, Z., Xie, S., Peng, A. 1996. Distribution of Se in soybean samples with different Se concentration. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 44: 2754-2759
- Yasumoto, K., Suzuki, T., Yoshida, M. 1988. Identification of selenomethionine in soybean protein. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 36: 463-467

Semenska vrednost plevnatega, oluščene in obrušenega semena pire (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*)

Zvonko GLAŽAR¹³², Darja Kocjan AČKO¹³³

Izvleček

V postopku luščenja plevnatega semena pire (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*) in brušenja oluščene semena pire lahko nastanejo poškodbe, zaradi katerih seme ne kali ali le deloma kali. Kmetje, ki sejejo oluščeno ali oluščeno in obrušeno seme pire, ugotavljajo slab vznik, zapleveljenost redkega posevka, pridelek pa je manjši od pričakovanega. Da bi ugotovili razlike med različno obdelanimi semeni, je bila z laboratorijskimi testi kalivosti po metodiki ISTA preučena kalivost plevnatega, oluščene in obrušenega semena pire sorte Ostro iz pridelka na isti njivi v letih 2002, 2003, 2004 in 2005 pri štirih pridelovalcih. Luščenje in brušenje je potekalo na različnih aparatih v lasti pridelovalcev ali služnostno drugje. Kalivost plevnatega semena pire je bila pri vseh pridelovalcih in v povprečju vseh let preizkušanja 96,3%. Povprečna kalivost oluščene semena je bila 80,4%, kalivost obrušenega semena pa le 38,5%. Na podlagi rezultatov kalivosti je za setev najbolj ustrezno plevnato seme pire. Oluščeno seme, posejano z žitno sejalnico, ima prednost pred plevnatim semenom le pri dovolj veliki kalivosti.

Ključne besede: pira, sevka, spelta, plevnato seme, luščilnik plev, brusilnik zrna, testi kalivosti, kalivost.

Seed value of chaff, shelled, and grind spelt wheat seed (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*)

Abstract

Shelling and grinding procedures may damage the spelt wheat seeds (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*), which consequently do not germinate or germinate only partly. In order to establish differences between germination abilities of seeds that have been processed at different levels, a comparison between germination ability of chaff, shelled, and of grind spelt wheat seeds of cv. 'Ostro', produced at the same field, using laboratory germination tests (according to ISTA methodology) was performed in

¹³² dipl. inž. agr., Semenarna Ljubljana d.d., Dolenjska cesta 242, 1000 Ljubljana, e-pošta:

zvonko.glazar@semenarna.si

¹³³ viš. pred., dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, e-pošta: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

the years 2002, 2003, 2004, and 2005 at four farmers. Considering the average seed germination rate at all four farmers and all experimental years, the average germination rates of chaff, shelled and of grind spelt wheat seeds were 96.3%, 80.4% and 38.5%, respectively. With regard to germination ability chaff spelt wheat seeds were found to be the most convenient for sowing. Machine sowing of shelled spelt wheat seeds represents the advantage over the chaff seeds only when the germination rate is high enough. Due to low germination ability, grind spelt wheat seed is not suitable for sowing or for preparation of spelt wheat germs. Seed users should be warned about the inappropriateness of the grind spelt wheat seed for sowing purposes.

Key words: spelt, heat, chaff seed, shelled seed, grind seed, shelling mill, grinding mill, germination testing, germination ability.

1 Uvod

Specializacija kmetovanja in vse večji hektarski pridelek neplevnatega zrnja navadne pšenice (*Triticum aestivum* L. var. *aestivum*) sta povzročila, da je po drugi svetovni vojni zamrla setev plevnate večzrne pšenice, ki je na podlagi klasifikacije po Kimberju in Feldamanu (Sears, 1995) znana pod imenom *Triticum aestivum* L. var. *spelta*. Pira ali pirjevica, kot jo imenujemo pri nas, izhaja iz podobnosti pirinega klasa travi pirnici, zaradi krhkega in vrentenčasto lomljivega klasnega vretena pa so jo kmetje imenovali tudi sevka (Sadar, 1949). Še v začetku 20. stoletja so piro pridelovali na višje ležečih območjih Gorenjske in Koroške, na gričevnatem Goričkem, na obronkih Kozjanskega ter na Dolenjskem in v Beli Krajini.

Konec 20. stoletja in na začetku 21. stoletja se ob spreminjanju nekaterih vrednot pira ponovno vrača, zlasti na kmetije v srednji Evropi, kjer so se odločili za ekološko pridelavo (Herrmann in Plakolm, 1993). Obdobje brez pire na njivah je prineslo generacijski odmik od pridelave in obdelave zrn za uporabo (Kocjan Ačko in sod., 1998).

Glavni morfološki posebnosti pire sta lomljivo klasno vreteno ter krovna pleva (*lemma*) in predpleva (*palea*), ki se tesno oprijemata semenske ovojnice. Zrno, ki po mlačvi navadne pšenice samo izpade iz plev, ostane pri piri plevnato. Pirine pleve so žilnate, krovna pleva pa ima lahko reso. Tudi ogrinjalni plevi (*glumae*), ki imata nalogo varovanja cvetov in plevnatih zrn sta tesno prilegli k plevnatemu zrnju (Kocjan Ačko, 1999).

V preteklosti so kmetje sejali plevnato in nerazkuženo seme pire ročno in povprek (Sadar, 1949; Kocjan Ačko, 1999). Švicarski raziskovalci Riesen in sod. (1986) in Peter (1994) so ugotovili pozitiven vpliv plev, ki varujejo posejano seme pred okužbami s povzročitelji glivičnih bolezni, shranjeno seme pa pred skladiščnimi škodljivci. Ker pleve preprečujejo

napad insektov - žitnih škodljivcev, ni potrebno zaplinjevanje pira, ki je sicer nujen ukrep pri skladiščenju zrnja navadne pšenice.

Plevnato seme je mešanica plevnatih klaskov, v katerih so 2 do 3 semena, semen v plevah in semen, ki so sama izpadla iz plev. Večina današnjih kmetov seje piro s trosilnikom mineralnih gnojil, nekateri pa sejejo seme pira z žitno sejalnico v vrste na medvrstni razmik 12,5 cm. Pri setvi neizenačenega setvenega materiala je za optimalno gostoto posevka težko pravilno nastaviti sejalnico, zato so takšni posevki mestoma pregosti ali preredki. Z oluščenim semenom, posejanim s sejalnico, je lažje doseči optimalno gostoto posevka.

1.2 LUŠČENJE IN BRUŠENJE ZRNJA PIRE

Pred uporabo celih zrn ali pred mletjem v moko in zdrob za prehrano ljudi piri s posebnimi luščilniki odstranijo pleve, ki se tesno oprijemajo semenske lupine (Kocjan Ačko, 1999). V postopku luščenja plevnatega semena lahko nastanejo mehanske poškodbe, zaradi katerih seme ne kali ali le deloma kali. Kmetje, ki sejejo oluščeno ali oluščeno in obrušeno zrnje pira, ugotavljajo slab vznik, zapleveljenost redkega posevka, pridelek pa je manjši od pričakovanega (Rüegger in sod., 1990; Aiger in Altenburger, 1997; Kocjan Ačko, 2004; Glažar, 2007).

Odstranjevanje plev plevnatemu semenu pri piri je lahko posledica trenja in močnih trkov s trdo podlago in/ali brušenja zrn (Kurth in Müller, 1995; Kocjan Ačko in sod., 1998). Luščenje poteka na centrifugalnih luščilnikih, kjer centrifugalna sila potiska zrnje s konico na odbijače. Brušenje zrnja pa poteka na stožcu, prevlečenim s smirkom ali v rotorju, prevlečenim s smirkom, skozi katerega jih potiska polž. Nekateri aparati dovoljujejo frikcijsko brušenje z nižjimi obrati in močnejšim pritiskanjem na zrno.

Pravilno oluščeno zrno pira je kalivo, pri nepravilnem luščenju pa se lahko poškodujejo semenska lupina, alevronska plast pod njo in kalček. Iz strokovne literature je znano, da se pri luščenju pira na neustreznih strojih zrna drobijo v moko in lomijo, obrusi pa se ne le semenska lupina ampak tudi kalček. Luščilniki, ki delujejo na podlagi trenja, povzročijo manj poškodb na zrnju. Sorte pira Ostro, Oberkulmer, Rotkorn, Altgold in druge imajo tesno prilegle pleve, zato jih je težje odstraniti kot pleve pri sortah pira, ki so križanci med piro in navadno pšenico (Rüegger in sod., 1990).

2 Material in metode dela

Za ugotovitev kalivosti plevnatega, oluščene in obrušenega semena pira smo izbrali po tri vzorce semena sorte Ostro iz pridelka na isti njivi, prvič v letu 2002 in potem v letih 2003, 2004 in 2005. V raziskavo so bili vključeni štirje pridelovalci pira (A, B, C, D) iz okolice Ljubljane, Maribora, Celja in Novega mesta. Pridelovalci so plevnato seme pira (P_1 , P_2 , P_3 , P_4) oluščili (L_1 , L_2 , L_3 , L_4) in obrusili (B_1 , B_2 , B_3 , B_4) na aparatih različnih tipov domače in tuje izdelave, ki jih imajo v lasti oziroma so pridelek plevnatega semena odpeljali na luščenje in brušenje drugam.

Testi kalivosti so bili v vseh letih izvedeni po veljavni metodiki ISTA, in sicer po metodi med papirjem ali metodi zvitka. Za uradno potrjeno seme pira je predpisana energija kalivosti večja od 85 odstotkov, ki velja za kategorije osnovno seme, certificirano seme 1. generacije in certificirano seme 2. generacije (Pravilnik o trženju semena žit, 2005).

Iz posameznega vzorca (plevnato, oluščeno, obrušeno seme) smo našli 4-krat po 100 semen v dveh ponovitvah za izvedbo dveh laboratorijskih testov kalivosti. Da je bilo pri plevnatem semenu v vsaki ponovitvi natančno 100 semen, smo posamezna semena ročno izluščili. Zvitke smo položili v kalilno omaro s temperaturo 20°C in na 90 % z odstopno zračno vlago.

Rezultate testov kalivosti smo preverili s statistično izračunanimi tolerancami, ki so glede na odstotek kalivosti zbrane v preglednicah (International ..., 1999). Na podlagi razlike med ponovitvami in testoma ter toleranco te razlike lahko izvedbo določenega testa sprejmemo ali pa ne.

3 Rezultati z diskusijo

Veljavnost izvedenih testov kalivosti je potrdila ugotovitev, da so bile vse razlike med ponovitvami oziroma med testoma manjše od tolerance pri stopnji verjetnosti $p = 0,025$.

Rezultati kalivosti plevnatega, oluščene in obrušenega semena pira so prikazani v preglednici 1 in na grafu 1. Iz njih je razviden visok odstotek kalivosti plevnatega semena pira, pri katerem je povprečna kalivost semena od vseh štirih pridelovalcev (A, B, C, D) v vseh štirih letih (od leta 2002 do 2005) znašala 96,3%. V tem obdobju je bila kalivost vseh analiziranih vzorcev nad 90%. Razlika med najvišjo in najnižjo kalivostjo plevnatega semena pa je bila 4,0% leta 2002, 6,1% leta 2003, 4,2% leta 2004 in 2,1% leta 2005.

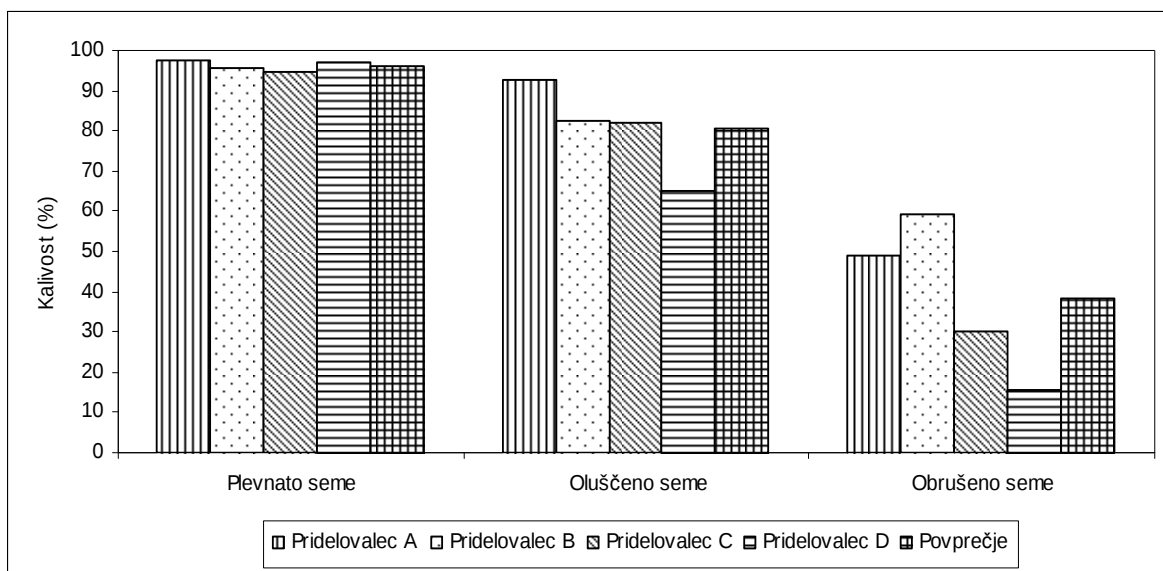
Povprečna kalivost oluščene semena od vseh štirih pridelovalcev (A, B, C, D) v istem obdobju je bila 80,4, najvišjo kalivost pa je imel vzorec oluščene semena od pridelovalca A, to je 92,5%. Najmanj je kalilo oluščeno seme pridelovalca D leta 2002 in sicer je bila kalivost za 31,8% nižja v primerjavi s kalivostjo oluščene semena od pridelovalca A (93,9%). Kalivost oluščene semena pridelovalca B in C je bila približno 80%, kar je na ravni skupnega povprečja kalivosti. Leta 2003 je luščilnik najbolj poškodoval vzorec oluščene semena pire pridelovalca C (73,6%), ki je imelo za 19,1% nižjo kalivost od kalivosti oluščene semena pridelovalca A. Oluščeno seme od pridelovalca D je bilo le za 0,9% bolj kalivo kot oluščeno seme pridelovalca C, kalivost oluščene semena od pridelovalca B (82,9%) pa je bila na ravni skupne kalivosti (80,9%). Kalivosti v letih 2004 in 2005 so vzrok za najnižjo povprečno kalivost oluščene semena pri pridelovalcu D (64,9%). Pridelovalcu A je tudi v letih 2004 in 2005 pri luščenju semena uspelo ohraniti dobro kalivost oluščene semena, ki je v povprečju doseglo 92,5%. Pridelovalca B in C sta dosegla nižji povprečni kalivosti oluščene semena (82,4% in 82,1%).

Povprečna kalivost obrušenega semena vseh štirih pridelovalcev je bila v povprečju štirih letih 38,5%. Najnižja povprečna kalivost obrušenega semena pire 35,5% je bila v letu 2005. Nastavitev brusilnika v lasti pridelovalca B je v letu 2002 povzročila najmanj poškodb na semenu med vsemi vzorci obrušenega semena, kalivost pa je znašala 65,7%. Tudi kalivost vzorca pridelovalca A je presegla polovično kalivost semena (54,7%), medtem ko je bila kalivost vzorca pridelovalca C 28,4%, pridelovalca D pa le 9,0%; razlika med vzorcema B in D je bila 56,7%. Leta 2003 je bilo najmanj poškodovanih semen v vzorcu obrušenega semena pridelovalca B (58%), kalivost vzorca pridelovalca A je bila le 39,4%, podobno kalivost je imel vzorec C (30,2%), najnižjo kalivost pa je imelo obrušeno seme pridelovalca D (17,2%). Razlika med največjo in najmanjšo kalivostjo med vzorcema B in D v tem letu je bila 40,8%.

Preglednica 1: Kalivost plevnatega (P), oluščene (L) in obrušenega (B) semena pire sorta Ostro pridelovalcev A, B, C in D v letih 2002, 2003, 2004 in 2005 ter povprečna kalivost v vseh letih

Plevnato seme (P), Oluščeno seme (L), Obrušeno seme (B)	Kalivost semena pire (%)				Povprečna kalivost (%)
	Pridelovalec A	Pridelovalec B	Pridelovalec C	Pridelovalec D	
P v letu 2002	98,4	94,4	96,1	96,7	96,4
P v letu 2003	98,1	96,6	92,5	98,6	96,5

P v letu 2004	97,6	93,4	93,5	94,3	94,7
P v letu 2005	96,9	98,6	96,5	98,6	97,7
Povprečje P	97,8	95,8	94,7	97,1	96,3
L v letu 2002	93,9	80,1	84,0	62,1	79,8
L v letu 2003	92,7	82,9	73,6	74,5	80,9
L v letu 2004	91,4	78,4	85,1	61,5	79,1
L v letu 2005	91,8	88,1	85,8	61,5	81,8
Povprečje L	92,5	82,4	82,1	64,9	80,4
B v letu 2002	54,7	65,7	28,4	9,0	39,5
B v letu 2003	39,4	58,0	30,2	17,2	36,2
B v letu 2004	60,5	62,3	33,1	14,9	42,7
B v letu 2005	40,8	50,8	28,5	21,0	35,5
Povprečje B	48,9	59,2	30,1	15,5	38,5



Graf 1: Kalivost plevnatega (P), oluščenega (L) in obrušenega (B) semena pira sorta Ostro pridelovalcev A, B, C in D v primerjavi s povprečno kalivostjo v letih 2002, 2003, 2004 in 2005

Med preučeniimi vzorci plevnatega semena je najbolje kalilo seme pira pridelovalca A, prav tako je pri pridelovalcu A najboljše kalilo oluščeno seme. Kalivost obrušenega semena je bila neprimerna ne le za setev, ampak tudi za kalčke, vendar je brušenje pri pridelovalcu B v vseh letih preučevanja najmanj vplivalo na zmanjšano življenjsko sposobnost semena.

Nasprotno je bila najslabša kalivost plevnatega semena od pridelovalca C. Pri oluščnem semenu je bila ugotovljena najmanjša kalivost vzorca od pridelovalca D. Pri pridelovalcu D so bili tudi najslabši rezultati kalivosti pri semenu, ki ga je pridelovalec brusil.

4 Sklepi

Raziskava vpliva luščenja in brušenja plevnatega semena pira na kalivost semena pira sorte Ostro štirih pridelovalcev v letih 2002, 2003, 2004 in 2005 je potrdila razlike v kalivosti plevnatega, oluščnega in obrušenega semena pira in razlike med načini luščenja in brušenja. V primerjavi s povprečno 96,3% kalivostjo plevnatega semena pira je bila povprečna kalivost oluščnega semena 80,4%, kalivost obrušenega semena pa le 38,5%.

V obdobju preučevanja je bila le pri plevnatem semenu vseh pridelovalcev ugotovljena kalivost večja od 90%, kar pomeni, da je za setev najbolj ustrezno plevnato seme pira.

Oluščeno seme pira posejano z žitno sejalnico ima prednost pred plevnatim semenom le pri dovolj veliki kalivosti. Med štirimi vzorci oluščnega semena je bila vsa leta preučevanja kalivost nad 90 odstotki samo pri vzorcu enega pridelovalca.

Obrušeno seme pira je zaradi premajhne kalivosti neprimerno ne le za setev, ampak tudi za pripravo kalčkov, na kar velja še posebej opozoriti uporabnike, ki po takem semenu posegajo. Ker kmetje ne sejejo samo deklariranega plevnatega semena pira, ampak tudi doma pridelano in različno obdelano seme (oluščeno, obrušeno) z navadno zmanjšano kalilno sposobnostjo, je treba potencialnim pridelovalcem pira svetovati, da sami ugotovijo kalivost oluščnega ali obrušenega semena pira. Zlasti pri večjem obsegu pridelovanja obstaja nevarnost, da bo posevek preredek ali njiva na pol prazna.

5 Literatura

- Aiger, J., Altenburger, J. 1997. Dinkel (Spelzweizen). V: Pflanzenbau. Klosterneuburg, Österreichischer Agrarverlag: 153–154
- Glažar, Z. 2007. Kalivost plevnatega, oluščnega in obrušenega semena pira (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*). Dipl. delo. Mentorica: Darja Kocjan Ačko, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, 32 str.
- Herrmann, G. Plakolm, G. 1993. Dinkel. V: Ökologischer Landbau. Wien, Österreichischer Agrarverlag: 186–187
- International rules for seed testing. 1999. Seed Science and Technology, Supplement 27
- Kocjan Ačko, D., Nikolić, Z., Pavlič, E. 1998. Pira – novo odkritje pozabljenega žita. Ljubljana, MKGP, Kmetijska svetovalna služba: 33
- Kocjan Ačko, D. 1999. Pira. V: Pozabljene poljščine. Ljubljana, ČZD Kmečki glas: 13–32

- Kocjan Ačko D. 2004. Kalivost oluščene in obrušene semena pira (*Triticum aestivum* L. var. *spelta*) v primerjavi s kalivostjo plevnatega semena. Acta agriculturae Slovenica, 83: 331–339
- Kimber, G., Feldman, M. 1987. Evolution. V: Wild wheat. Columbia, Rehovot: 121–128
- Kurth T., Müller, R. 1995. Korn und Dinkel gesund und marktfähig. Die Grüne, 39: 20–21
- Peter, F. 1994. Zukunft der Dinkels ungewiss. Die Grüne, 32: 20–21
- Pravilnik o trženju semena žit. Ur.l. RS št. RS 8/05
- Riesen, T. H., Winzeler, H., Rüeegger, A., Fried P. M. 1986. The effect of glumes on fungal infection of germinating seed of spelt (*Triticum spelta* L.) in comparison to wheat (*Triticum aestivum* L.). Journal of Phytopathology, 115: 318–324
- Rüeegger, A., Winzeler, H., Nosberger, J. 1990. Die Ertragsbildung von Dinkel (*Triticum spelta* L.) und Weizen (*Triticum aestivum* L.) unter verschiedenen Umweltbedingungen im Freiland. Journal of Agronomy & Crop Science, 164: 145–152
- Sadar, V. 1949. Pšenica. V: Naše žito. Ljubljana, Kmečki glas: 79–108
- Sears, E. R. 1995. The Systematic. V: Cytology and Genetics of Wheat. Handbuch der Pflanzenzüchtung, II, Berlin und Hamburg: 164–187

Laboratorijske analize kakovosti semena kmetijskih rastlin

Romana RUTAR¹³⁴

Izvleček

Kakovost semena kmetijskih rastlin ugotavljamo z različnimi laboratorijskimi postopki. Na vzorcu semena, ki mora biti iz celotne partije semena pravilno odvzet, najpogosteje ugotavljamo utežni odstotek čistega semena, prisotnost števila semen drugih vrst rastlin, odstotek normalno razvitih klic ali kalivost in odstotek vlage v semenu. Analize in vzorčenje partij semena izvajamo po postopkih, ki ji predpisuje mednarodna zveza za kontrolo kakovosti semena ISTA (International Seed Testing Association). Za potrebe trženja morajo dobljeni rezultati ustrezati normativom, ki jih za slovensko območje narekuje veljavni Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin in nanj vezani pravilniki o trženju semena.

Glavne besede: kmetijske rastline, seme, kakovost semena, kalivost, čistota, vlaga, število semen drugih vrst rastlin, ISTA

Laboratory analyses of agricultural seed quality

Abstract

Seed quality of agricultural plants is determined by different laboratory procedures. On a properly taken seed sample the most frequent determination is weight percentage of pure seed, presence of seed number of other plant species, percentage of normally developed seedlings or germination and percentage of seed moisture. Analyses and sampling of seed lots are carried out following the methods prescribed by ISTA (International Seed Testing Association). The results obtained have to correspond with the norms of the Law on Seed Material of Agricultural Plants and Rules on Seed Marketing related to it.

Key words: agricultural plants, seed, seed testing, germination, purity, moisture, other seed determination, ISTA

1 Uvod

Eden izmed pomembnih ciljev pridelave semena kmetijskih rastlin je zagotovo pridelava kakovostnega semena. Zakonsko podlago za zagotavljanje kakovostnega semena kmetijskih rastlin predstavlja Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin ter Zakon o spremembah, dopolnitvah in razveljavitvi določenih zakonov na področju kmetijstva in gozdarstva. Navedena zakonodaja velja za semenski material kmetijskih rastlin tistih vrst, ki jih opredeljujejo predpisi Evropske skupnosti in drugih vrst kmetijskih rastlin, ki se pridelajo in tržijo izključno v Republiki Sloveniji. Normativni del zakonodaje predstavljajo različni pravilniki o trženju semena, ki vsebujejo podrobnejše zahteve glede kakovosti partij semena namenjene trženju. V laboratorijih se kakovost semena kmetijskih rastlin ugotavlja z različnimi vrstami analiz. V primeru, da je laboratorij član mednarodne zveze za kontrolo kakovosti semena ISTA, se morajo analize izvajati po postopkih, ki jih ta zveza predpisuje.

¹³⁴ mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: romana.rutar.@kis.si

2 Mednarodna zveza za kontrolo kakovosti semena ISTA

Mednarodna zveza ISTA s sedežem v Bassersdorfu v Švici združuje 176 laboratorijev iz 74 držav, od katerih je 102 akreditiranih v skladu z zahtevami mednarodnega standarda ISO17025: Splošne zahteve za usposobljenost preskuševalnih in kalibracijskih laboratorijev.

Zgodovina ISTA sega v leto 1869, ko je profesor Friedrich Nobbe v Tharandtu na Saškem ustanovil prvo postajo za testiranje semen. Prvi koraki v smeri mednarodnega sodelovanja so bili narejeni leta 1906 na 1. mednarodnem kongresu testiranja semen v Hamburgu, na 3. mednarodnem kongresu v Kopenhagnu leta 1921 pa je bila ustanovljena Evropska zveza za testiranje semen. Leta 1924 so aktivnosti Evropske zveze razširili na vse države in tako se je zveza prenovila in dobila ime ISTA. Zveza je bila ustanovljena z namenom, da za preverjanje kakovosti semena postavi mednarodno veljavne standarde, ki bi z enotnim mednarodnim certifikatom olajšali trgovino s semenom.

Primarna naloga ISTA je razvijanje, sprejemanje in objavljanje standardnih postopkov vzorčenja in preizkušanja semen ter pospeševanje enotne uporabe teh postopkov pri ocenjevanju kakovosti semena partij v mednarodnem prometu. V ta namen laboratoriji uporabljajo ISTA pravila (ISTA Rules). Postopkov, ki so v pravilih navedeni, se morajo držati vsi laboratoriji člani ISTA, tako akreditirani kot tudi tisti, ki tega statusa še niso pridobili. Akreditirani in za izdajanje certifikatov pooblašteni laboratoriji lahko rezultate analiz podajajo na enem od dveh vrst ISTA mednarodnih certifikatov, od katerih je oranžni certifikat dokazilo o kakovosti celotne partije semena, modri pa o kakovosti vzorca semena. Razlika med njima je v tem, da je pri oranžnem certifikatu laboratorij odgovoren za vzorčenje in analizo celotne partije semena, pri modrem certifikatu pa je laboratorij odgovoren le za opravljene analize na vzorcu semena, ki ga z vzorčenjem lahko pridobi kdorkoli. Oranžni certifikat dopušča možnost, da vzorčenje in analizo opravi isti laboratorij, lahko pa vzorčenje opravi en ISTA laboratorij, analizo pa drugi v isti ali pa v različnih državah.

3 Laboratorij za kontrolo kakovosti semena na Kmetijskem inštitutu Slovenije

Laboratorij za kontrolo kakovosti semena na Kmetijskem inštitutu Slovenije ima status edinega neodvisnega mednarodnega laboratorija v Sloveniji, ki je akreditiran v skladu z zahtevami ISTA in s tem v skladu z mednarodnim standardom ISO 17025.

Začetki kontrole kakovosti semena segajo v leto 1898, ko je bilo ustanovljeno Kmetijsko-kemijsko preskuševališče za Kranjsko v Ljubljani, ki velja za predhodnika današnjega inštituta.

Laboratorij za kontrolo kakovosti semena je član mednarodne zveze ISTA že 52 let, od leta 1956. S članstvom se je laboratorij obvezal, da bo pri analizah partij semena za mednarodni promet uporabljal izključno postopke, ki jih je v svojih pravilih postavila omenjena zveza. Poleg neodvisnosti je laboratorij moral izpolniti tudi zahtevo po primerni opremljenosti s tehničnimi pripomočki, primerni izobraženosti osebja, sodelovati pa je moral tudi v medlaboratorijskih primerjalnih preskusih, ki so se v večjem obsegu začeli izvajati leta 1971.

Leta 1989 se je laboratorij v okviru skupne države Socialistične federativne republike Jugoslavije prvič akreditiral po zahtevanih kriterijih, ki jih je v skladu z mednarodnimi standardi postavila ISTA. Julija leta 1999 je ISTA objavila nov akreditacijski standard, ki temelji na mednarodnem standardu ISO 17025 in je prilagojen specifičnim potrebam ISTA, njenih laboratorijev in zahtevam mednarodnega prometa s semenom.

Leta 2001 smo v laboratoriju dobro opravili prvo presojo našega dela strani ISTA presojevalcev, ter tako uradno dobili mednarodno priznanje usposobljenosti za izvajanje določenih vrst analiz na semenu in postali reakreditirani ISTA laboratorij z oznako SIDL01.

Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano je soglašalo z našo prijavo za reakreditacijo in laboratorij tudi pooblastilo za izdajanje mednarodnih ISTA certifikatov.

Status akreditiranega laboratorija lahko obdržimo le tako, da svojo usposobljenost uspešno dokažemo vsake 3 leta, ko delo ocenjujejo presojevalci, ki jih določi mednarodna zveza ter da sproti uspešno sodelujemo pri obveznih medlaboratorijskih analizah. Naš laboratorij ima za seboj dve uspešno opravljeni mednarodni presoji: leta 2004 smo bili presojeni za enako vrsto analiz kot v letu 2001, pri presoji leta 2007 pa smo obseg akreditacije razširili na metode za preverjanje sortne pristnosti in čistosti semenskega materiala kot tudi na metode za določanje gensko spremenjenih organizmov. Prav tako imamo zelo dobre rezultate pri medlaboratorijskih analizah, v katerih morajo obvezno sodelovati vsi akreditirani laboratoriji. V ta namen namreč ISTA vsako leto pripravi 12 različnih vzorcev semena, na katerih moramo opraviti 2 – 4 različne analize, katerih rezultate ISTA statistično obdelava in o njih obvesti laboratorij.

V laboratoriju analiziramo vzorce partij semena različnih vrst rastlin, ki se preverjajo ali v okviru uradnega potrjevanja, inšpekcijske kontrole, raznih strokovnih nalog, za potrebe izvoza in za druge namene. Preglednica 1 vsebuje podatke o številu vzorcev, ki smo jih v laboratoriju analizirali v zadnjih 5 letih.

Preglednica 1: Število analiziranih vzorcev semena v letih 2003-2007

	Leto				
	2003	2004	2005	2006	2007
Število vzorcev	811	1022	1328	1187	1072

4 Postopki za ugotavljanje kakovosti semena

Najpogostejše kakovost semena preverjamo tako, da ugotovimo čistost semena, kalivost, število semen drugih vrst rastlin, vlago in pri določenih rastlinskih vrstah tudi zdravstveno stanje semena. Nekatere stranke želijo podatek o absolutni masi (masa 1000 semen), o vitalnosti semena pri vrstah z dolgim obdobjem dormantnosti ali o npr. življenjski moči semena koruze v stresnih razmerah, za katero podatek dobimo s pomočjo hladnega testa. Rezultate dobimo na osnovi majhne količine vzorca semena, ki pa mora biti zaradi zanesljivosti rezultata odvzet po predpisih iz celotne partije semena. Partija semena je po definiciji največja določena količina ali število enot semenskega materiala kmetijskih rastlin, ki je prepoznavna po homogenosti sestave in po izvoru.

4.1 Čistost semena

Z analizo čistosti določimo utežne odstotke različnih komponent analiziranega vzorca in s tem celotne partije, ki jo vzorec predstavlja, ter identificiramo seme drugih rastlinskih vrst in mrtvih primesi.

Najmanjša velikost delovnega vzorca posamezne rastlinske vrste je v ISTA pravilih predpisana, predstavljati pa mora, razen v izjemnih primerih (zelo drago seme ali pa izredno majhna količina partije), najmanj 2.500 semen. Delovni vzorec s pomočjo pincete, povečevalne lupe, včasih tudi mikro pihala in stereo mikroskopa ločimo na 3 glavne komponente: čisto ali osnovno seme, seme drugih vrst rastlin in mrtve primesi.

Med čisto seme spada seme rastlinske vrste, ki jo stranka prijavi v analizo ali pa tisto seme, ki v vzorcu prevladuje in vključuje vse varietete in sorte, ki jih vrsta obsega. V to skupino spada:

nepoškodovano seme, deli semena, ki so po oceni večji od $\frac{1}{2}$ osnovne velikosti, pa tudi nezrelo, majhno, okuženo in vzklilo seme s pogojem, da pripada osnovni vrsti in da ni v celoti preobraženo v sklerocije gliv.

Med seme drugih vrst rastlin uvrstimo vse seme, ki ne spada k osnovnemu semenu analizirane rastlinske vrste.

K mrtvim primesem sodijo vse sestavine, ki niso ne čisto seme, ne seme drugih vrst rastlin: deli osnovnega semena in semena drugih vrst rastlin, ki so manjši od $\frac{1}{2}$ osnovne velikosti, prazno seme trav, predpleve, pleve, pesek, kamni, grudice zemlje, rženi rožiček, ciste nematod, luske, ločeni klični listi pri družini *Fabaceae*, seme *Cuscuta* spp., ki je krhko ali pepelnato sive do smetanovo bele barve. Med mrtve primesi spadajo tudi zrna stročnic in križnic, ki so povsem brez teste.

Vse ločene komponente stehamo s predpisano natančnostjo, rezultat pa preračunamo na eno decimalno mesto natančno. V primeru, da je delež katerekoli komponente manjši od 0,05%, se rezultat napiše z oznako "v sled.", kar pomeni, da je komponenta prisotna v sledih.

4.2 Določitev števila semen drugih vrst rastlin v osnovnem vzorcu

Število semen drugih vrst rastlin določamo na delovnem vzorcu, ki je največkrat 10 krat večji od delovnega vzorca za čistost, saj mora vsebovati najmanj 25.000 semen. Iz delovnega vzorca izločimo ali vse drugo seme, ki ne pripada osnovnemu vzorcu ali pa samo seme tistih vrst rastlin, katerih število je omejeno z normativi v zakonodaji. V zakonodaji, pa naj bo to zakonodaja, ki velja za države članice Evropske skupnosti ali pa nacionalna zakonodaja posamezne države izven skupnosti, je pri posameznih vrstah kulturnih rastlin normativ, ki določa največje dovoljeno število semen neželenih rastlinskih vrst v določeni količini delovnega vzorca.

4.3 Kalivost

Namen kalilnega poskusa je določiti največji možni potencial kalivosti partije semena. Kalivost semena v laboratoriju pomeni vznik semena in razvoj klice do tiste mere, ko lahko na osnovi razvitosti življenjsko pomembnih posameznih delov klice sklepamo ali se bo v ugodnih ekoloških razmerah le-ta sposobna razviti v normalno razvito rastlino.

Analiza kalivosti je postopek pri katerem v kontroliranih laboratorijskih pogojih pri predpisani temperaturi, osvetlitvi in na določenem substratu, 400 čistih semen v odvisnosti od njihove velikosti kalimo v več ponovitvah: 4 x 100, 8 x 50 ali pa 16 x 25. Po predpisanem času moramo po določenih kriterijih vse klice in nevzklilo seme uvrstiti v eno od sledečih skupin: normalno razvite klice, nenormalno razvite klice, trdo seme, sveže seme, mrtvo seme in drugo nevzklilo seme.

Vzorec najpogosteje ocenjujemo dvakrat. Rezultat prvega štetja predstavlja energijo kalitve semena, vanj pa so vključene vse normalno razvite klice ocenjevane po času, ki je določen za prvo štetje. Pri drugem in največkrat tudi končnem ocenjevanju preštejemo normalno razvite klice, ostale klice in seme pa uvrstimo v eno od zgoraj navedenih skupin. Pri ocenjevanju moramo biti pozorni na razvoj, poškodbe in okužbe vseh delov klice.

Ob koncu postopka izračunamo rezultate posameznih skupin, preverimo predpisane tolerance med ponovitvami in rezultat izrazimo v odstotku (%) s celim številom.



Slika 1: Test kalivosti semena fižola

4.4 Določitev vsebnosti vlage

Tudi vsebnost vlage je eden od pokazateljev kakovosti semena. Predpisano količino delovnega vzorca v dveh ponovitvah sušimo določen čas pri predpisani temperaturi. Večja semena (pšenica, koruza, fižol ...) pred postopkom sušenja meljemo, nekatera (gozdna) na hitro narežemo, drobna semena (čebula, solata, zelje ...) pa sušimo brez predhodnih postopkov. Če imajo vzorci semena, ki jih je potrebno mleti visoko vsebnost vlage (preko 17 %), jih moramo pred postopkom predsuševati na različne načine, potem pa del semena zmleti in po predpisih določiti vlago. Semena tistih vrst rastlin, ki imajo večjo vsebnost olja, sušimo 17 ± 1 uro pri temperaturi $103 \pm 2^\circ\text{C}$, ostalo seme pa pri $130\text{--}133^\circ\text{C}$ različno dolgo od 1 do 4 ur glede na posamezno rastlinsko vrsto. Rezultat analize izrazimo v odstotku z natančnostjo na desetinko.

4.5 Absolutna masa

Absolutno maso predstavlja masa 1000 po definiciji čistih semen izražena v gramih na število decimalnih mest kot jih glede na velikost tehtane poprečne mase predpisujejo ISTA pravila. Ročno ali pa z aparatom naštejemo 8 ponovitev po 100 semen, izračunamo varianco, standardno deviacijo in koeficient variabilnosti (KV) in rezultat preračunamo na 1000 semen. Rezultat lahko podamo v primeru, da je KV znotraj dovoljenih vrednosti, ki je za seme z resami največ 6, za ostalo seme pa največ 4. Veljavna zakonodaja vrednosti za absolutno maso ne predpisuje, vendar je ta podatek velikokrat zelo zaželen, saj predstavlja podlago za izračun količine semena, ki jo je potrebno posejati na določeni površini.

4.6 Vitalnost semena

Biokemični tetrazol test je postopek, pri katerem s pomočjo barvanja semena ocenimo njegovo vitalnost. Postopek najpogosteje izvedemo pri tistih vrstah semena, ki za vznik zaradi dolgega obdobja dormantnosti potrebujejo veliko časa (gozdno seme). Pri testu uporabimo brezbarvno raztopino 2,3,5-trifenil tetrazol klorida ali bromida, ki je indikator redukcijskih procesov, ki se dogajajo v živi celici. Kemikalija prodre v tkivo semena in se v živih celicah reducira v rdečo stabilno snov. Na osnovi obarvanosti pri ocenjevanju ločimo rdeče žive dele semena od mrtvih delov, ki ostanejo neobarvani.

Pripravo reagenta, pripravo delovnega vzorca in kriterije za ocenjevanje določajo ISTA pravila. Ocenjujemo 4×100 semen, rezultat pa izrazimo v odstotku s celim številom. Ob tem je potrebno opozoriti, da je podatek o vitalnosti semena le orientacija za njegovo dejansko kalivost.

4.7 Preverjanje vrste in sorte

ISTA ima v svojih pravilih številne metode za preverjanje rastlinske vrste in sorte semena. Večina jih temelji na genetskih analitskih postopkih (PAGE, UTLIEF...), po katerih je zaradi gensko spremenjenih rastlin v zadnjem času vedno večje povpraševanje, nekatere pa na analizi klic s pomočjo ultra vijolične svetlobe. S pomočjo zadnje omenjene metode najpogosteje izvajamo analizo medsebojnega ločevanja *Lolium perenne* L. (trpežna ljuljka) ter *Lolium multiflorum* L. (mnogocvetna ljuljka). Koreninice *Lolium multiflorum* L. namreč pod UV lučjo z valovno dolžino 300 – 400 nm fluorescirajo, medtem ko koreninice *Lolium perenne* L. te lastnosti nimajo.

5 Sklepi

Dobavitelj sme tržiti le tiste partije semena, katerih kakovost ustreza veljavni zakonodaji. Partije semena morajo izpolnjevati zahteve glede največje dovoljene vsebnosti vlage, najmanjšega odstotka kalivosti (odstotka normalno razvitih klic), najmanjšega odstotka čistega semena, nekatere rastlinske vrste glede največjega števila semen drugih vrst rastlin in nekatere rastlinske vrste tudi glede največje stopnje okuženosti z določenim patogenom. Pogoje za posamezno rastlinsko vrsto določajo ustrezni pravilniki o trženju semena. Kakovost vzorcev partij semena ugotavljamo z različnimi laboratorijskimi analizami, ki jih predpisuje ISTA. Podatki analiziranih lastnosti se nanašajo na preskušani vzorec, ki pa mora biti iz celotne partije semena pravilno odvzet s primernimi pripomočki in intenzivnostjo jemanja posamičnih vzorcev. Pravilno vzorčenje je pred analitičnimi postopki najpomembnejša faza dela, nezavedanje njegovega širšega pomena pa privede do nepravilno odvzetega vzorca in posledično do nezanesljivih rezultatov, ki ne predstavljajo lastnosti celotne partije.

6 Literatura

International rules for seed testing, Edition 2008

Pravilnik o trženju semena krmnih rastlin in pese, Ur.l. RS, št. 2/05, 27/05-popr. in št. 100/05

Pravilnik o trženju semena oljnic in predivnic Ur.l. RS, št. 8/05 in 100/05

Pravilnik o trženju semena zelenjadnic, Ur.l. RS, št. 8/05, 100/05 in št. 66/07

Pravilnik o trženju semena žit, Ur.l. RS, št. 8/05, 100/05 in št. 94/06

Zakon o semenskem materialu kmetijskih rastlin, Ur.l. RS, št. 58/02 in št. 86/04

Zakon o spremembah, dopolnitvah in razveljavitvi določenih zakonov na področju kmetijstva in gozdarstva (ZdZPKG) Ur.l.RS, št.45/04.

Stanje in perspektive na področju kmetijskih bioplinskih naprav v Sloveniji

Tomaž POJE¹³⁵, Viktor JEJČIČ¹³⁶

Izvelek

Začetki proizvodnje bioplina v Sloveniji segajo v 80. leta prejšnjega stoletja. Po letu 2002 so novo vzpostavljene razmere in cene odkupa električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije povečale interes za izgradnjo kmetijskih bioplinskih naprav. V letu 2008 deluje 8 kmetijskih bioplinskih naprav, od tega so 4 v testnem obratovanju. Skupna inštalirana električna moč je 10,7 MW. Kot osnovni substrat uporabljajo gnojevko, za izboljšanje izplena metana in bioplina pa še energetske rastline, klavniške odpadke, organske odpadke. Bioplin se koristi le za proizvodnjo elektrike in toplote. Toplotna energija se ne izkorišča popolnoma, saj se večinoma koristi le na samih bioplinskih napravah.

Ključne besede: kmetijske bioplinske naprave, bioplin, substrati za proizvodnjo bioplina, stanje v Sloveniji

The situation and perspective in the field of agricultural biogas plant in Slovenia

Abstract

The beginnings of biogas production in Slovenia reach back to the eighties of the former century. After 2002, the newly established circumstances and prices in the purchase of electricity from qualified electricity producers increased the interest in the construction of agricultural biogas plants. In 2008, eight agricultural biogas plants are in operation while four plants operate on the testing basis. The total electric power installed is 10,7 MW. Slurry is used as a basic substrate and, to improve the performance of methane and biogas, energetic plants, slaughterhouse wastes and organic wastes are used. Biogas is used only for the combustion in cogeneration engines for the production of electricity and heat. Heat energy is not utilized completely since in most cases it is used only on biogas plants.

Key words: agricultural biogas plants, biogas, substrates for biogas production, the situation in Slovenia

1 Uvod

Bioplin je obnovljivi vir energije. Nastaja z anaerobno (brez prisotnosti kisika) mikrobiološko razgradnjo organske snovi. Sestavljajo ga različni plini, največ je metana. Sestava plinov se lahko spreminja. Bioplin lahko vsebuje tudi druge pline, a v manjših količinah, ki pa lahko

¹³⁵ mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko, Hacquetova 17, SI – 1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz.poje@kis.si

¹³⁶ dr., Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko, Hacquetova 17, SI – 1000 Ljubljana, e-pošta: viktor.jejcic@kis.si

vplivajo na vonj (smrad). To so različne žveplene in dušikove spojine. Lastnosti bioplina so odvisne od vrenja (fermentacije) substratov, ki jih vnašamo v bioplinisko napravo in lahko varirajo. Gostota bioplina je približno $1,2 \text{ kg/m}^3$ pri 65% deležu metana. Kurilna vrednost je med 4 in $7,5 \text{ kWh/m}^3$ (odvisno od vsebnosti metana). Vnetišče je pri približno 700°C (metan pri 595°C).

Preglednica 1: Volumenski delež različnih plinov v bioplinu

Snov	Volumenski delež (%)
Metan – CH_4	45 – 65
Ogljikov dioksid – CO_2	30 – 55
Vodna para – H_2O	0 – 10
Dušik – N_2	0 – 5
Kisik – O_2	0 – 2
Vodik – H_2	0 – 1
Amoniak – NH_3	0 – 1
Vodikov sulfid – H_2S	0 – 2

2. Stanje na področju kmetijskih bioplinских naprav v Sloveniji

2.1. Začetki proizvodnje bioplina v Sloveniji

Začetki proizvodnje bioplina v Sloveniji segajo v 80. leta prejšnjega stoletja. Prvi dve biopliniski napravi sta bili na čistilni napravi v Domžalah in veliki prašičji farmi Ihan. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije pa so v osemdesetih letih imeli tudi mini raziskovalno bioplinisko napravo, namenjeno za raziskovalno delo iz področja bioplina. V tistih letih so bile že izdelane študije za gradnjo kmetijskih bioplinских naprav na kmetijah, ki bi kot osnovni in edini substrat uporabljal gnojevko, ki pa zaradi drugih takrat cenejših virov energije niso bili realizirane.

Pridobivanje bioplina je bilo pred letom 2002 omejeno na proizvodnjo bioplina na čistilnih napravah in na deponijah za komunalne odpadke (deponijski plin). Do leta 2002 je pridobivanje bioplina obstajalo na osmih centralnih napravah za čiščenje odpadnih voda, vendar so samo štiri od njih uporabljale bioplin za proizvodnjo toplote in električne energije v sistemih za soproizvodnjo toplote in električne energije (SPTE). V ostalih napravah pa je zajeti bioplin zgorel na baklah. Skupna inštalirana električna moč v vseh napravah na bioplin je znašala manj kot 1 MW. Do leta 2002 je zajetje deponijskega plina obstajalo samo na petih odlagališčih odpadkov: v Ljubljani, Mariboru, Velenju, Celju in Izoli. Izkoriščanje deponijskega plina v energetske namene je bilo samo na deponiji Barje v Ljubljani, medtem ko so ga na ostalih deponijah sežigali na baklah. Instalirana električna moč naprave za izkoriščanje deponijskega plina je bila 1,2 MW.

Vlada republike Slovenije je leta 2002 sprejela Uredbo o pravilih za določitev cen in za odkup električne energije od »kvalificiranih proizvajalcev električne energije« (proizvajalcev električne energije iz obnovljivih virov energije) in Sklep o cenah in premijah za odkup električne energije od kvalificiranih proizvajalcev električne energije. Novo vzpostavljene razmere in cene odkupa električne energije od kvalificiranih proizvajalcev so povečale interes za izgradnjo kmetijskih bioplinских naprav.

2.2. Današnje stanje

Pridobivanje bioplina po podatkih iz leta 2008, poteka na šestih centralnih napravah (CCN) za čiščenje odpadnih voda: Domžale-Kamnik, Kranj, Ptuj, Škofja loka, Velenje in Jesenice. V gradnji so še naprave na nekaterih novih centralnih čistilnih napravah. Skupna električna moč vseh šestih naprav za soproizvodnjo toplote in električne energije na bioplin iz odplak je 2,1 MW.

Po podatkih iz leta 2007 energetska izkoriščanja deponijskega plina poteka na treh odlagališčih komunalnih odpadkov: Ljubljana, Maribor in Celje. Pridobljen deponijski plin uporabljajo za proizvodnjo toplote in električne energije v plinskih SPTE sistemih. Skupna instalirana električna moč vseh naprav je 3,5 MW.

Velik razvoj pa so doživele kmetijske bioplinske naprave. Oktobra 2008 je dejansko delovalo že 8 kmetijskih bioplinskih naprav. Bioplinske naprave morajo pridobiti status kvalificiranega proizvajalca električne energije. Po klasifikaciji Ministrstva za gospodarstvo spadajo med »druge KE« (druge kvalificirane elektrarne). To so elektrarne, ki kot vhodno energijo uporabljajo katerokoli drugo vrsto obnovljive energije, ki ni fosilnega ali jedrskega izvora, v to skupino sodijo KE na bioplin iz živalskih in rastlinskih odpadkov v kmetijski dejavnosti. Vsak tak kvalificiran proizvajalec električne energije dobi plačilo po enotni letni ceni (ELC) 120,89 EUR za MWh proizvedene električne energije. Prav tako je upravičen do enotne letne premije (ELP), ki zanaša 68,51 EUR na MWh proizvedene električne energije. Te vrednosti veljajo od 15.10. 2008 za leto 2008.

V preglednici 1 so predstavljene delujoče kmetijske bioplinske naprave v Sloveniji glede na stanje september 2008. Nekatere izmed njih so v poskusnem obratovanju. Dejansko vse uporabljajo različne substrate za proizvodnjo bioplina. Gnojevka je še vedno osnova in se uporablja tudi zaradi stabilizacije procesa anaerobne razgradnje (digestije).

Bioplinarno Ljubljana (Koto) lahko le pogojno prištevamo k kmetijskim bioplinskim napravam, saj so tam glavni substrat zbrani organski odpadki. Za proizvodnjo bioplina ne uporabljajo energetskih rastlin. Vse klasične kmetijske bioplinske naprave predelan substrat tudi raztrosijo kot gnojilo na kmetijske površine. Tak predelan substrat povzroča tudi manj smradu. Bioplinarna Ljubljana predelan substrat za enkrat pošilja v čistilno napravo.

Preglednica 2: Glavni podatki za kmetijske bioplinske naprave v Sloveniji (stanje september 2008)

Bioplinska naprava	Substrat	Velikost digestorja [m ³]	Proizvodnja bioplina [m ³ /dan]	Nazivna električna moč [kW _e]
Bioplin Kolar Marjan s.p., Logarovci	Prašičja gnojevka, koruzna in travna silaža, CCM	4 x 2200	10560	1000
Bioterm d.o.o., Letuš (Kmetija Flere)	Goveja gnojevka, odpadki iz mlekarne, kuhinjski organski odpadki	290 + 300 + 300 + 400	1500	60 + 62 + 150
Bioplinarna Farma Ihan; Ihan (FI-EKO d.o.o.)	Prašičja gnojevka, klavniški odpadki	4 x 1250	7000	1052
Bioplinarna Nemščak, Nemščak (Panvita EKOTEH d.o.o)	Prašičja gnojevka, koruzna silaža, klavniški odpadki	2 x 3200 + 2500	13500	835 + 625
Bioplinska naprava Ljubljana, Ljubljana (KOTO d.d.)	Goveja gnojevka, kri, kuhinjski organski odpadki, sortirani biološki odpadki, flotat	2 x 500	4500	526
Bioplinarna Motvarjevci, Motvarjvci (Panvita EKOTEH d.o.o)	Prašičja gnojevka, koruzna silaža	3250 + 1100	9500	835
BIOENERG d.o.o., Črnomelj	Organski odpadki, prašičja gnojevka, koruzna silaža	2 x 1700	-	1360
Bioplinska naprava Lendava, Lendava (ECOS d.o.o.)	Goveja in prašičja gnojevka, trava in travna silaža, koruzna silaža, CCM, silaža iz celih sončnic	4 x 5650	43000	4245



Slika 1: Značilna podoba za bioplinsko napravo: armirano betonski digestorji s pokrovi z dvojno membrano. Na sliki je Bioplinarna BIOPLIN, Kolar Marjana s.p. v Logarovcih (Križevci pri Ljutomeru), ki ima 1000 kW motor za proizvodnjo elektrike, kot substrat pa uporablja prašičjo gnojevko, koruzno in travno silažo.

2.3 Energetske rastline

Za povečanje izplena bioplina se vse bolj poleg gnojevke uporablja tudi druge vire organske snovi. Med te sodijo tudi tako imenovane energetske rastline, ki so obnovljivi vir energije, pridelujejo pa se za energetske rabo. Z njihovo pridelavo in kasnejšo proizvodnjo bioplina se poveča možnost delne samooskrbe z energijo, kmetijstvo pa ima tudi možnosti dodatnega razvoja. Pri pridelavi energetskih rastlin se lahko javlja določena problematika, kot to, da je količina biomase omejena. Njihova pridelava je lahko preintenzivna, kar lahko pomeni težave s pesticidi in gnojili. Problematičen je lahko preozek kolobar, kar vpliva na rodovitnost tal, odpornost rastlin itd. Javnost pa velikokrat bega tudi konkurenčnost s kmetijsko pridelavo za hrano.

Avstrijske podatki kažejo, da dobrih 28 % naprav uporablja 4 različne substrate, sledijo jim bioplinske naprave (25 %) s 5 substrati, samo z enim substratom pa je le 3,1 % bioplinskih naprav. Podobna slika je tudi pri nas, zaradi relativno majhnega števila domačih bioplinskih naprav pa še ni smiselno računati takih deležev.

Koruza kot energetska rastlina ima največji pomen med energetskimi rastlinami za proizvodnjo bioplina. Ima največji potencial glede pridelka. Njena pridelava, spravilo, konzerviranje, doziranje je razvito in bolj ali manj optimalno izvedljivo. Obstajajo različne možnosti pridelave kot glavni posevek, kot kombinacija z drugimi rastlinami, kot strniščni posevek za zgodnjimi žiti.

3 Sklepi

Energetska politika v Sloveniji je naklonjena postavitvi bioplinskih naprav, s ciljem, povečati delež obnovljivih virov v primarni energetski bilanci, zmanjšati emisije toplogrednih plinov in povečati delež proizvedene električne energije iz OVE. Vlada RS je z določitvijo ustrežnejših odkupnih cen in premij za kvalificirane proizvajalce električne energije po letu 2002 vzpodbudila izgradnjo kmetijskih bioplinskih naprav. Te poleg gnojevke uporabljajo tudi druge substrate, povečini energetske rastline, ki imajo dober izplen metana oziroma bioplina.

Skupaj instalirana električna moč na kmetijskih bioplinskih naprav je 10,7 MW. Toplota se uporablja za ogrevanje same bioplinske naprave in bližnjih objektov, ni pa trenutno vzpostavljenega ogrevanja naselij.

5 Literatura

- Biogas Regions Shining Examples. 2008 Interno gradivo Oddelka za kmetijsko tehniko na Kmetijskem inštitutu Slovenije, 2008
- Al-Mansour, F. 2008. Regionalna strategija in akcijski plan za razvoj proizvodnje bioplina v Sloveniji. Interno gradivo - delovno poročilo za projekt BIOGAS REGIONS, Institut "Jožef Stefan" – Center za energetska učinkovitost, 16 str.
- Poje, T. 2008. Bioplin in substrati za njegovo proizvodnjo. Strokovno predavanje na temo Biomasa in drugi obnovljivi viri energije v organizaciji Zveze društev za biomaso Slovenije, Ptuj, 1. okt. 2008.

Vpliv rabe kmetijskih zemljišč na obliko melioracijskih jarkov

Vesna MILIČIĆ¹³⁷, Vesna ZUPANC¹³⁸, Marina PINTAR¹³⁹

Izvleček

Hidromorfna tla z ustreznimi melioracijskimi intervencijami (npr. osuševalni sistemi) nudijo ustrezne razmere za kmetijsko pridelavo. Osuševalni sistemi so antropogen poseg, kar pomeni, da moramo za dolgoročno uspešno delovanje nekega osuševalnega sistema le-tega redno in ustrezno vzdrževati. V prispevku obravnavamo, kako lahko obdelava tal ter hkratno nezadostno vzdrževanje sistemov vplivata na pretočnost melioracijskih jarkov ter s tem na (ne)delovanje osuševalnega sistema. Primerjali smo projektiran profil melioracijskega jarka, kot je bil predviden, z obstoječimi profili melioracijskih jarkov 16 let po izvedbi projekta. V obdobju po izgradnji osuševalnega sistema je prišlo do opazne spremembe oblike in naklona brežin. Zaradi sedimentacije materiala na dnu melioracijskega jarka je profil jarka neizrazit.

Ključne besede: obdelava tal, osuševalni sistemi, melioracijski jarek, tok vode

Impact of agricultural land use on the shape of drainage ditches

Abstract

Hydromorphic soil with an appropriate melioration interventions (i.e. drainage systems) grants the adequate conditions for agricultural production. Drainage system is anthropogenic activity meaning that for its long-term and successful operating it has to be regularly and appropriately maintained. This contribution illustrates how land treatment and concomitant insufficiently maintenance of drainage system can impact on the conveyance of drainage ditches and consequently on the (non) functioning of the drainage system. We have compared the predicted profile of drainage ditches with the momentary field state of drainage ditches 16 years after the implementation of the project. We have found out that over time after the construction of drainage system major differences of shape and inclination of escarpes have appeared. Due to the sedimentation of material on the bottom of the drainage ditch the profile is now completely changed.

Key words: land treatment, drainage systems, drainage ditches, water flow

¹³⁷ Univ. dipl. inž. agr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Center za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: vesna.milicic@bf.uni-lj.si

¹³⁸ Dr., prav tam, e-pošta: vesna.zupanc@bf.uni-lj.si

¹³⁹ Prof. dr., prav tam, e-pošta: marina.pintar@bf.uni-lj.si

1 Uvod

V drugi polovici 19. stoletja sta nagel gospodarski razvoj in tehnični napredek omogočila ekspanzivno rast človeške populacije, s čimer se je sočasno povečala ne samo potreba po hrani, temveč tudi potreba po naselitvenih površinah. Žal je kmetijstvo v večini primerov odstopilo svoje premalo cenjene obdelovalna zemljišča urbanizaciji in izgubo nadomestilo s kmetijskimi zemljišči slabše kakovosti, na katerih pridelava brez ustreznih hidromeliorativnih ukrepov sploh ni mogoča.

Ukrep osuševanja je eden od pomembnejših načinov za boljše izkoriščanje potencialnih zmogljivosti ravninskega sveta, ki se šteje za perspektivni strateški prostor pridelovanja hrane (Grilc, 1991). Ena od prednosti osuševalnega sistema je, da z odvajanjem odvečne vode s površine tal povečamo pridelovalno zmogljivost kmetijskih zemljišč, predvsem njiv in travnikov.

Tako kot vsaka antropogena stvaritev, tudi osuševalni sistem brez ustreznega in vestnega vzdrževanja sčasoma izgubi svojo prvotno funkcijo in namen. Rok trajanja je lahko različno dolg, kar je predvsem odvisno od načina izvedbe in vzdrževanja osuševalnega sistema.

Posledice slabega vzdrževanja osuševalnega sistema so najprej opazne na osuševalnih jarkih, saj so odprtega tipa in so nam vidni. Pri obdelavi tal prihaja do premika talnega substrata, kar se lahko izrazi v znatni spremembi topografije jarka (izoblikovanje teras, itd). V primeru, ko imamo ob robu obdelovalne površine brežino kanala, pride lahko zaradi posedanja brežin, nanašanja talnega substrata z naoravanjem do spremembe profila in s tem do spremenjene pretočnosti struge.

Zaraščene struge melioracijskih jarkov ob intenziviranih kmetijskih zemljiščih lahko v večji meri prevzamejo funkcijo nadomestnih habitatov, ki imajo velik ekološki pomen, predvsem kot rastišče rastlinskih in prebivališče živalskih vrst (Sovinc, 1995). Zarast na brežinah jarkov in ob njih predstavlja zaščitni pas, ki zmanjšuje obremenjevanje površinskih vodnih teles s hranili, ki se spirajo s kmetijskih zemljišč (ekoremediacijski ukrepi) in kontrolira erozijske procese na brežinah jarkov. V preteklosti so profile melioracijskih jarkov dimenzionirali zgolj na določen pretok vode (ustrezen odtoku z vodoprispevnega območja melioracijskega jarka), na da bi pri tem upoštevali prostor za habitat obvodnih rastlin. Zato imajo zaraščanje brežin brez rednega vzdrževanja, sedimentacija mulja na dnu struge ter posledična deformacija profila struge tudi negativne posledice. Te se zaradi spremenjene pretočnosti struge izrazijo v nedelovanju osuševalnega sistema, ponovni zamočvirjenosti tal ter poplavljanju terena ob intenzivnejših padavinah.

V prispevku obravnavamo, kako obdelava tal ter hkratno nezadostno vzdrževanje brežin melioracijskih jarkov vplivata na profil struge jarka ter s tem na pretok vode v njem.

2 Material in metode dela

Pregledali smo projektno dokumentacijo za osuševalni sistem Gmajnice 2 pri Ljubljani (Prešeren in sod., 1990). Za izbrani melioracijski jarek smo izračunali ploščino profila. Izračunali smo ploščino od dna melioracijskega jarka do vrha brežin.

Na terenu smo izmero prečnih profilov opravili z metodo niveliranja s krajišča ter v računalniškem programu Autocad 2005 izrisali prečni profil melioracijskega jarka, kar smo potem uporabili za izračun ploščine. Ploščino prečnega profila smo izračunali s pomočjo formule za nepravilni trapez. Za namen prikaza spremembe med projektiranim prečnim profilom leta 1990 in obstoječim stanjem leta 2006 v prispevku obravnavamo celotno površino prečnega profila melioracijskega jarka.

S pomočjo ploščine smo izračunali, kolikšen tok vode lahko struga melioracijskega jarka sprejme. Tok vode v strugi smo izračunali iz razmerja med presekom vodnega telesa in hitrostjo vode v strugi (Steinman, 1999):

$$Q = A \cdot v$$

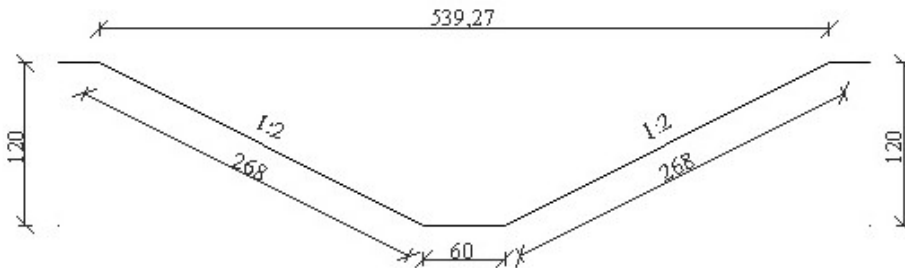
kjer je Q tok vode v strugi (m^3/s), A presek profila struge (m^2) ter v hitrost vode v strugi (m/s). Presek profila struge smo izračunali iz dimenzij profila, hitrost vode v strugi smo izračunali s pomočjo Manningove formule (Steinman, 1999):

$$v = \frac{1}{n_g} \cdot R^{2/3} \cdot \sqrt{I},$$

kjer je n_g Manningov koeficient hrapavosti (s/m^3), R hidravlični radij ter I energijski padec. Pri izračunu hitrosti vode v strugi smo privzeli, da je Manningov koeficient hrapavosti 0,03 (za naravno strugo).

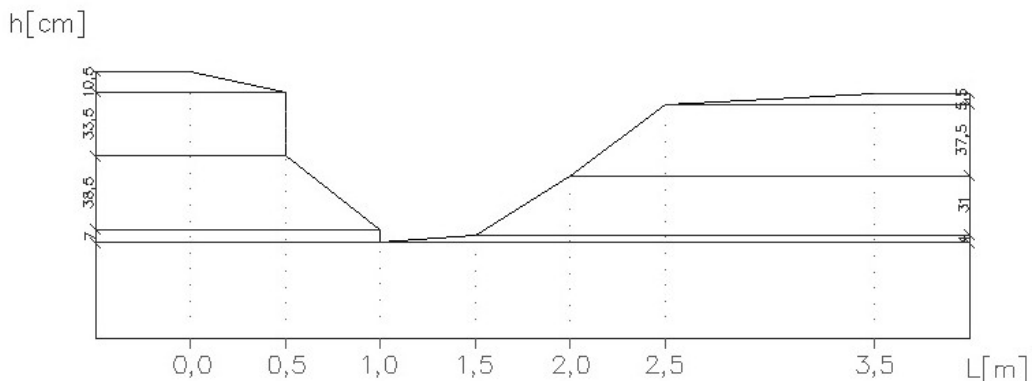
3 Rezultati z diskusijo

Površina prečnega preseka projektiranega melioracijskega jarka, kot je bilo predvideno v projektu, od dna struge do višine brežin (Slika 1), je bila $3,6 \text{ m}^2$. Dno struge je široko $0,6 \text{ m}$, naklon brežin, izražen kot višina glede na širino brežine, pa je $1 : 2$. Ob upoštevanju dimenzij melioracijskega jarka, je največji tok vode, ki ga struga sprejme $Q_{1\max} = 3,83 \text{ m}^3/\text{sek}$.



Slika 1: Trapezni profil melioracijskega jarka, kot je bil načrtovan v projektu leta 1990 (Miličič, 2007)

Površina prečnega preseka izmerjenega melioracijskega jarka, od dna struge do višine brežin (Slika 2), je $0,9725 \text{ m}^2$. Oblika prečnega profila je nepravilna, dno struge je široko $0,5 \text{ m}$, brežini struge imata različna naklona, oba pa sta drugačna od projektiranega naklona brežin. Na levem bregu struge je nagib brežine vidno bolj strm, razmerje med širino in višino brežine je $1 : 1,12$. Na desnem bregu je nagib brežine bolj položen, in sicer sta višina in širina brežine v razmerju $1 : 1,38$. Površine prečnega profila od dna struge do izlivk nismo izračunali, saj v izbranem melioracijskem jarku izlivk nismo našli. V trenutno obstoječi strugi je maksimalni tok vode, upoštevajoč, da voda zapolni celotni prečni profil, $Q_{2\max} = 0,75 \text{ m}^3/\text{sek}$.



Slika 2: Izrisan prečen profil melioracijskega jarka glede na meritve, izvedene leta 2006, 16 let po izgradnji osuševalnega sistema (Miličič, 2007).

4 Sklepi

Z meritvijo prečnega profila izbranega melioracijskega jarka smo ugotovili, da je med sedanjim in projektiranim stanjem prišlo do sprememb v obliki in obsegu prečnega profila jarka. Dno melioracijskega jarka je zamuljeno in poraslo z vegetacijo. Spremembe v naklonu brežin melioracijskega jarka so predvsem posledica naoravanja talnega substrata, erozije ter bujnega vegetacijskega pokrova. Projektiran profil jarka je bil trapezne oblike, z bruto površino $3,6 \text{ m}^2$. Izmerjeni prečni profil jarka 16 let po izvedbi projekta ima celotno površino $0,9725 \text{ m}^2$. Spremembe v profilu melioracijskega jarka pripisujemo predvsem nerednemu oz. nepravilnemu vzdrževanju le-teh. Zaradi nerednega vzdrževanja so se izrazili raznovrstni procesi kot npr. erozija, akumulacija sedimenta in posedanje terena.

Spremenjeni profil melioracijskega jarka ima zelo zmanjšano pretočnost. Ob upoštevanju dimenzij načrtovanega melioracijskega jarka v projektu, je največji možni tok vode v strugi ($Q_{1\max}$) znašal $3,83 \text{ m}^3/\text{sek}$. V trenutno obstoječi strugi, 16 let po izgradnji melioracijskega sistema, je maksimalni tok vode, ki ga struga lahko sprejme, upoštevajoč, da voda zapolni celotni prečni profil, $Q_{2\max} = 0,75 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Zaradi zmanjšane pretočnosti melioracijskega jarka ugotavljamo, da delovanje osuševalnega sistema ni na predvidenem optimumu, saj se del nekaterih obdelovalnih zemljišč ponovno zamočvirja in vrača v prvotno stanje, kar zelo otežuje kmetijsko pridelavo na obravnavanem območju.

5 Literatura

- Grilc E. 1991. Kontrola stanja drenažnih sistemov s proučevanjem notranjosti drenažnih cevi s pomočjo »Borescope« sonde. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 63 str.
- Miličić, V. 2007. Analiza stanja osuševalnih sistemov na območju jugozahodne Ljubljane. Diplomsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 73 str.
- Prešeren T., Škrlić J., Kovačič I. 1990. Melioracija GMAJNICE 2. Idejni projekt. Naročnik: Mercator-Ljubljanske mlekarne, izdelovalec: Vodnogospodarski inštitut, Ljubljana, Vodnogospodarski oddelek. Ljubljana, arhiv Ministrstva za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.
- Sovinc A. 1995. Ekološko sprejemljivejši način izvajanja vzdrževalnih del na odvodnikih Ljubljanskega barja. Raziskovalni projekt. Ljubljana, Vodnogospodarski inštitut, Vodnogospodarski oddelek: 45 str.
- Steinman F. 1999. Hidravlika. 1. ponatis. Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Katedra za mehaniko tekočin z laboratorijem: 295 str.

Analiza ponudbe na slovenskem trgu traktorjev

Tomaž POJE¹⁴⁰

Izvleček

Na osnovi Kataloga traktorjev 2008 je analizirana ponudba 437 standardnih traktorjev v Sloveniji. Največ različnih modelov je v kategoriji moči motorja od 60 do 80 kW, sledita mu kategoriji od 40 do 60 in od 80 do 100 kW. Glede na moč motorja smo ugotavljali specifično maso traktorja, ki ima tja do 100 kW kar velik razpon glede na model traktorja. Ugotovljena nosilnost traktorja je v kategorijah od 56 do 96 kW višja, kot so minimalne zahteve. Ugotovili smo specifično ceno glede na kW moči tako po proizvajalcih kot po kategorijah moči motorja.

Ključne besede: traktor, ponudba, moč, dvizna sila, nosilnost, specifična cena

Analysis of the offer for sale on the Slovene tractor market

An offer for sale of 436 standard tractors in Slovenia was analysed on the basis of 2008 Tractor Catalogue. The majority of different models are found in the category of 60 to 80 kW engine power followed by the category of 40 to 60 and 80 to 100 kW. As far as the engine power is concerned, we studied the specific mass of tractor with wide range up to 100 kW regarding the tractor model. The tractor payload determined in categories of 56 to 96 kW was higher than the minimum requirements. Specific price with regard to kW of power was determined both according to manufacturers and engine power categories.

Key words: tractor, offer, power, lifting force, payload, specific price

1 Uvod

V Sloveniji imamo po Popisu kmetijstva iz leta 2000 nekaj več kot 108000 traktorjev. Nekateri ocenjujejo, da jih je celo tja do 130 tisoč. Od tega je bilo konec lanskega leta registriranih 80193 traktorjev. Jejčič in sodelavci (2003) ugotavljajo, da je moč novih traktorjev v Sloveniji od leta 1952 do leta 2002 narasla od 19,6 na 53,5 kW. Poje s sodelavci (2006) piše, da je povprečna starost traktorjev v Sloveniji 18,8 let. Ti traktorji pa v povprečju napravijo na leto 280 delovnih ur ali manj kot eno uro na dan. Iz proizvodno tehničnega vidika je torej potrebna modernizacija traktorskega parka. Nakup novih traktorjev je v zadnjih dveh letih ponovno porasel. Ob samem odločanju ali svetovanju za traktor pa je potrebno poznati tehnične karakteristike traktorja. Namen prispevka je analiza ponudbe standardnih traktorjev z vidika izbranih tehničnih in cenovnih karakteristik.

2 Material in metode dela

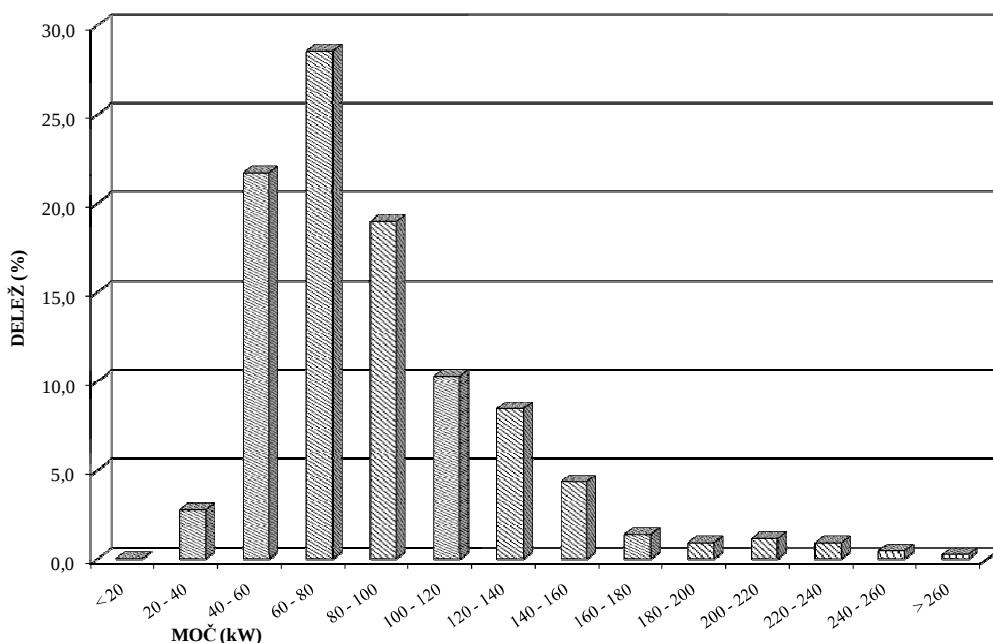
Kot vir analiznih podatkov smo uporabili Katalog traktorjev 2008, ki ga je izdal ČZD Kmečki glas. V prispevku analiziramo ponudbo 437 standardnih traktorjev, ki se dejansko uporabljajo

¹⁴⁰ mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko, Hacquetova 17, SI – 1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz.poje@kis.si

za poljedelstvo. Iz obravnavanja smo izločili druge posebne skupine traktorjev. V analizo zajeti podatki so obdelani z ustreznimi statističnimi analizami (opisna statistika).

3 Rezultati z diskusijo

Na osnovi analize Kataloga traktorjev smo standardne traktorje razvrstili v kategorije po moči traktorskega motorja. Po velikem deležu (oziroma številu) različnih modelov izstopajo 3 kategorije, kjer je moč med 40 in 100 kW. V kategoriji moči od 40 do 60 kW je 95 modelov, v kategoriji med 80 in 100 kW je 83 modelov. Največ modelov - kar 125 pa je v ponudbi v kategoriji od 80 do 100 kW moči traktorja. V tem območju moči je izredno velika izbira, kupci pa po analizi lani prodanih traktorjev kupijo največ traktorjev ravno v kategoriji moči med 40 in 80 kW (Poje 2008).



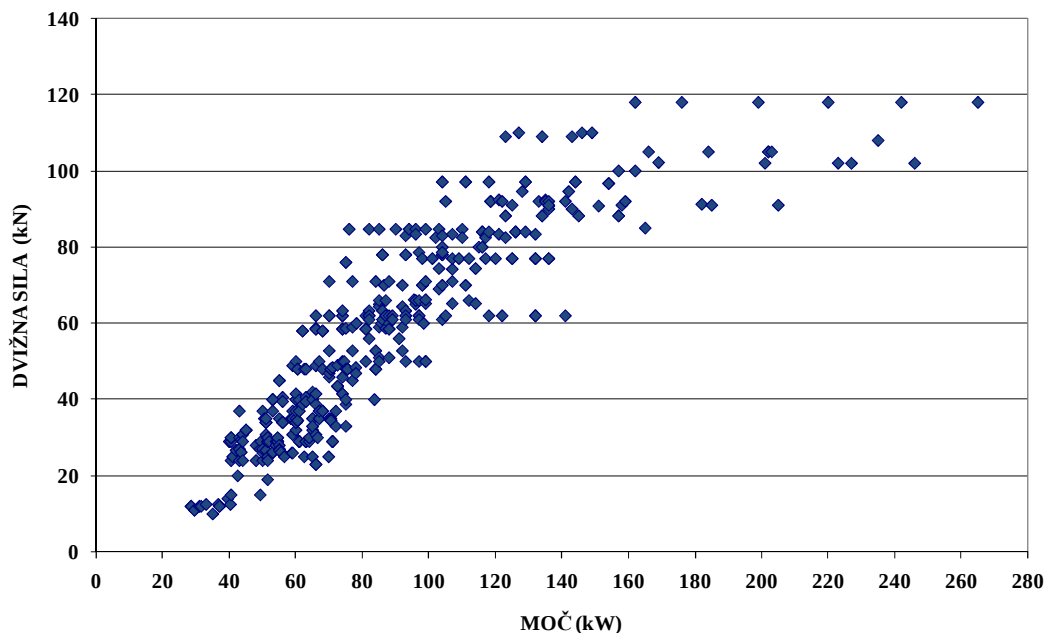
Slika 1: Delež standardnih traktorjev (modelov), ki jih lahko kupec izbira glede na kategorijo moči v Sloveniji leta 2008

Če število modelov pogledamo po proizvajalcih oziroma blagovnih znamkah, potem po velikem številu modelov (več kot 25) izstopa Case IH, Claas, Fendt, John Deere, Landini, McCormick, New Holland in Same. Tri ali manj modelov pa imajo Farmtrac, Limb in YTO Group.

Preglednica 1: Število modelov standardnih traktorjev glede na proizvajalca oziroma blagovno znamko v Sloveniji leta 2008

Blagovna znamka	Število modelov	Blagovna znamka	Število modelov
BELARUS	5	LAMBORGHINI	19
CARRARO AGRIPUS	4	LANDINI	32
CASE IH	42	LIMB	2
CLAAS	25	LINDNER	8
DE PIETRI	2	MASSEY FERGUSON	21
DEUTZ-FAHR	23	Mc CORMICK	30
FARMTRAC	2	NEW HOLLAND	36
FENDT	27	SAME	34
HÜRLIMANN	22	STEYR	19
IMT	4	VALTRA	20
JOHN DEERE	26	YTO GROUP	3
KIOTI	5	ZETOR	23
KUBOTA	4		

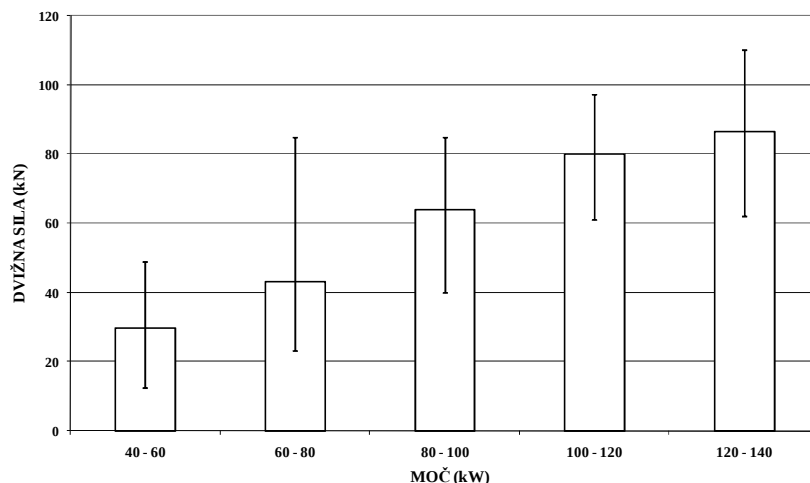
Zaradi vedno večje moči novih traktorjev so tudi priključki vedno večji in s tem težji, zato mora traktorsko hidravlično dvigalo zagotoviti dovolj veliko dvižno silo za normalno delo. Na sliki 2 je prikazana dvižna sila zadnjega hidravličnega dvigala standardnih traktorjev glede na moč motorja. Razvidno je, da imajo modeli ob isti moči lahko zelo različno dvižno silo.



Slika 2: Dvižna sila v kN glede na moč motorja. (1 kN ~ 100 kg, 60 kN ~ 6000 kg)

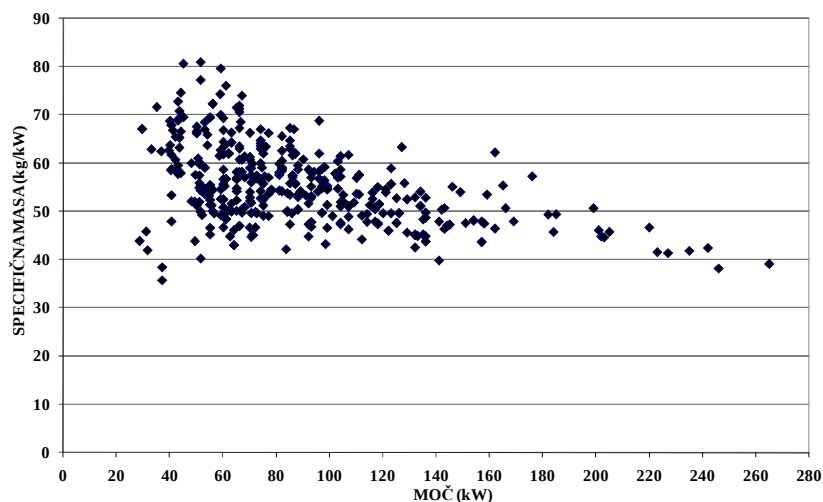
Na sliki 3 je prikazana bolj podrobna analiza podatkov za dvižno silo za traktorje med 40 in 140 kW moči. V skupini traktorjev med 40 in 60 kW je povprečna dvižna sila 29,7 kN (~2970 kg), za traktorje med 60 in 80 kW 41,1 kN (~4110 kg) in za traktorje med 80 in 100 kW 63,9

kN (~6390 kg). Na sliki 4 vidimo tri stolpce s povprečno dvižno silo v teh kategorijah moči. Višina črne črte (ročaja) nad stolpcem pomeni maksimalno dvižno silo v tej kategoriji. Spodnji del črne črte (ročaja) v stolpcu pa označuje minimalno dvižno silo v določeni kategoriji moči.



Slika 3: Povprečna dvižna sila, označena s stolpci ter maksimalna in minimalna dvižna sila, označena z ročaji glede na kategorijo moči motorja traktorjev na trgu v Sloveniji leta 2008

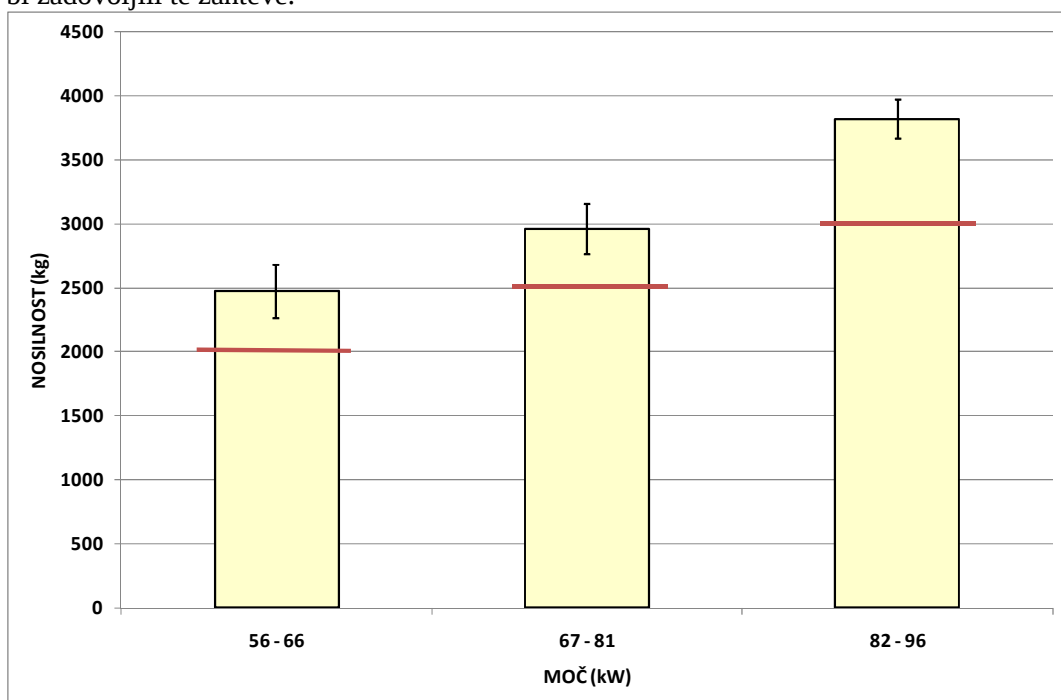
Če govorimo, da masa traktorjev narašča z večjo močjo traktorja, pa je slika drugačna, če maso preračunamo na kW moči traktorskega motorja. Iz slike 4 je viden trend padanja specifične mase traktorja, izražene v kg/kW glede na porast moči traktorskega motorja.



Slika 4: Specifična masa traktorja izražena v kg/kW instalirane moči traktorja glede na moč motorja v ponudbi traktorjev v Sloveniji leta 2008

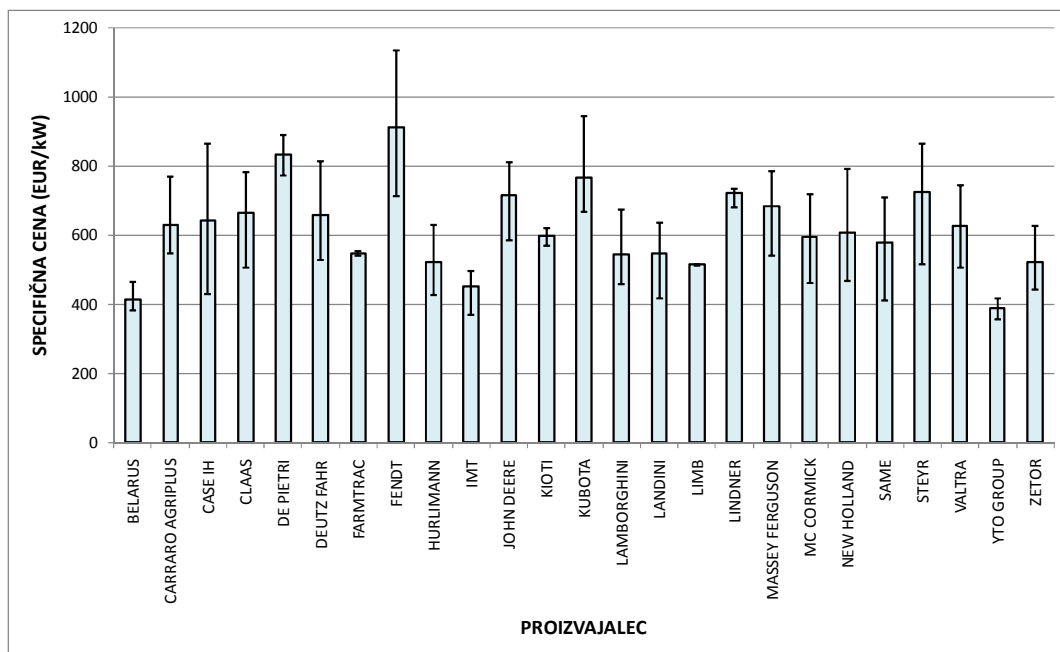
Poleg podatkov o sami masi traktorja je pomemben podatek za eksploatacijo traktorja tudi njegova skupna dopustna masa. Iz obeh podatkov pa izračunamo nosilnost traktorja. Na sliki 5 je v stolpcih podana povprečna nosilnost traktorjev v izbranih kategorijah moči traktorja, ročaji predstavljajo minimalne in maksimalne vrednosti za posamezno kategorijo. Vodoravne

črte pa predstavljajo minimalne empirične vrednosti za nosilnost za obravnavane kategorije moči (Merk 2006, Froeba 1994). Potrebna nosilnost traktorja ob težjih delih je za 500 kg višja, kar pomeni, da obravnavani traktorji v prvi in drugi skupini (od 56 do 81 kW) v povprečju ne bi zadovoljili te zahteve.

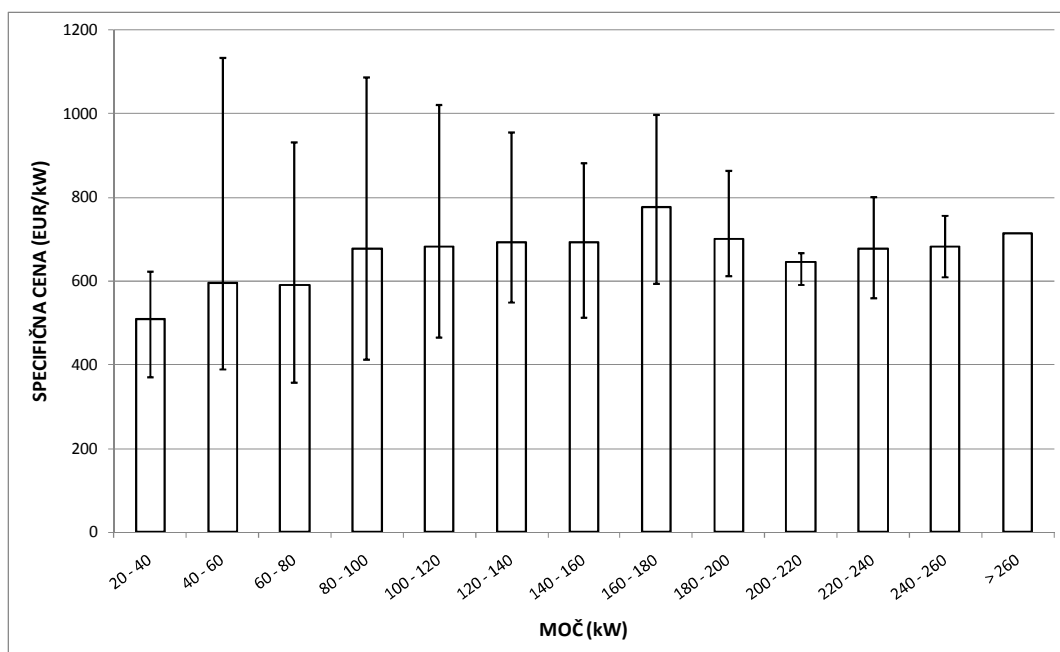


Slika 5: Povprečna nosilnost prikazana s stolpci in minimalna ter maksimalna nosilnost izražena z ročaji za tri kategorije moči traktorjev v ponudbi v Sloveniji leta 2008

Eden izmed glavnih podatkov pri izbiri traktorja pa je tudi njegova cena. Če prikažemo specifično ceno po proizvajalcih oziroma blagovnih znamkah potem navzgor izstopa Fendt, kjer je povprečna specifična cena 912 EUR/kW moči. Relativni nizke cene ima vzhodni Belarus z 412 EUR/kW in kitajski YTO Group s 387 EUR/kW moči. Na sliki 6 so prikazani proizvajalci (blagovne znamke) standardnih traktorjev in njihove povprečne specifične cene na kW moči motorja. Z ročaji so podane tudi minimalne in maksimalne cene.



Slika 6: Povprečna specifična cena na kW moči in minimalne ter maksimalne cene glede na proizvajalce standardnih traktorjev, ki so v ponudbi v Sloveniji leta 2008



Slika 7: Povprečna specifična cena na kW moči in minimalne ter maksimalne cene glede na kategorijo moči traktorja v ponudbi v Sloveniji leta 2008

Na sliki 7 je predstavljena specifična cena na kW instalirane moči traktorja ter minimalne in maksimalne specifične cene po posameznih kategorijah moči.

4 Sklepi

Ponudba vseh izvedb novih traktorjev je v letu 2008 v Sloveniji presegla 900 modelov, od tega je 437 standardnih traktorjev. Glede na veliko ponudbo, še zlasti v najbolj prodajanih kategorijah moči od 40 do 100 kW, je pomembno dobro poznavanje tehničnih podatkov in njihovo pravilno ovrednotenje, tako da uporabnik kasneje nima težav pri eksploataciji traktorja. Po številu standardnih modelov izstopa Case IH, Claas, Fendt, John Deere, Landini, Mc Cormick, New Holland in Same. Specifična masa traktorja izražena v kg/kW je do 100 kW moči traktorja kar v velikem razponu glede na posamezen model traktorja. Ugotovljena nosilnost traktorja je v kategorijah od 56 do 96 kW moči višja, kot so minimalne empirične zahteve. Je pa lahko nosilnost hitro problematična pri težjih delih s traktorjem. Poleg popolnoma tehničnih karakteristik je pri nakupu odločilna tudi cena traktorja, kjer med proizvajalci izstopa Fendt s 912 EUR/kW instalirane moči traktorja. Znotraj posameznih kategorij moči pa obstajajo veliki razponi med minimalno in maksimalno specifično ceno traktorja.

5 Literatura

- Froebe, N.; Renius, K.T. 1994. Nutz- und Anbaumasse von Traktoren. Landtechnik 49/6: 330 - 341
- Jejčič, V.; Cunder, T.; Poje, T., Košir, B.; Žlender, B.; Juvan, I. 2003. Tehnična raven opremljenosti slovenskih kmetij s traktorji, Kmetijski inštitut Slovenije. Raziskave in študije, 78. Ljubljana : 45 str
- Merk, K. 2006. Traktorkauf: Nutzlast – ein Stolperstein. Schweizer Landtechnik 8: 10 - 12
- Poje, T.; Jejčič, V.; Cunder, T. 2006. Tehnično stanje traktorjev na slovenskih kmetijah. Acta agriculturae Slovenica. 87/2: 343 - 354
- Poje, T. 2008 Ponudba in cene traktorjev v letu 2008. ČZD Kmečki glas, Tehnika in narava, 12/2: 33 – 34