

SAD

SLOVENSKO AGRONOMSKO DRUŠTVO

SLOVENIAN SOCIETY FOR AGRONOMY

Novi izzivi v poljedelstvu 2006

ZBORNIK SIMPOZIJA

New challenges in field crop production 2006

PROCEEDINGS OF SYMPOSIUM

Rogaška Slatina 2006

SAD

SLOVENSKO AGRONOMSKO DRUŠTVO
SLOVENIAN SOCIETY FOR AGRONOMY

**NOVI IZZIVI
V POLJEDELSTVU 2006**

ZBORNIK SIMPOZIJA

**NEW CHALLENGES
IN FIELD CROP PRODUCTION 2006**

PROCEEDINGS OF SYMPOSIUM

Rogaška Slatina, 2006

Novi izzivi v poljedelstvu 2006 z mednarodno udeležbo pod pokroviteljstvom
Javne agencije za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije
Rogaška Slatina, 7. in 8. december 2006

Zbornik simpozija

Glavni in odgovorni urednik: prof. dr. Anton Tajnšek

Prispevki so recenzirani. Za jezikovno pravilnost odgovarjajo avtorji.

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

Izdalo Slovensko agronomsko društvo

Copyright © Slovensko agronomsko društvo

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

631/635(063)

NOVI izzivi v poljedelstvu 2006 : zbornik simpozija = New challenges in field crop production 2006 : proceedings of symposium, Rogaška Slatina, [7. in 8. december] 2006 / [organizator] SAD - Slovensko agronomsko društvo = [organized by] Slovenian Society of Agronomy ; [glavni urednik Anton Tajnšek]. - Ljubljana : Slovensko agronomsko društvo, 2006

ISBN-10 961-90884-4-1

ISBN-13 978-961-90884-4-9

1. Vzp. stv. nasl. 2. Tajnšek, Anton 3. Slovensko agronomsko društvo

229995776

KAZALO VSEBINE / TABLE OF CONTENT

Viri energije iz kmetijstva in gozdarstva / Energy sources from agriculture and forestry

Pridelava hrane ali pridobivanje energije / Production of food or production of energy (Marjan DOLENŠEK , Snežana I. OLJAČA).....	11
---	----

Bioenergije – neue Wachstumsquelle der europäischen Landwirtschaft / Bioenergija – novi vir za rast evropskega kmetijstva.....	17
(Gerhard BREITSCHUH , Torsten WEIDEMANN)	

Obnovljivi viri iz kmetijstva v Sloveniji / Renewable sources of energy from agriculture in Slovenia (Zita FLISAR NOVAK)	26
---	----

Primerjava nekaterih uporabnih karakteristike motorja traktorja pri uporabi biodizla, izdelanega v pogojih decentralizirane proizvodnje in mešanic z mineralnim dizelskim gorivom / Characteristics of tractor engine using biodiesel from decentralized production and blends with mineral diesel fuel (Tone GODEŠA , Tomaž POJE , Viktor JEJČIČ).....	33
--	----

Klimatske spremembe, voda v tleh, namakanje / Climatic changes, soil water measurement, irrigation

Vpliv klimatskih sprememb na prihodnost kmetijstva in vloga države / Influence of climatic changes on future agriculture and role of a government (Majda ZAVŠEK URBANČIČ)	41
--	----

Analiza sprememb nekaterih agroklimatskih spremenljivk v Sloveniji v zadnjih desetletjih / Agro-climatic variables in Slovenia: analysis of changes over last decades (Lučka KAJFEŽ – BOGATAJ , Zalika ČREPINŠEK).....	47
--	----

Kako merimo kmetijsko sušo v Sloveniji ali ponovljen preizkus vodenja optimalne vodne balance kmetijskih rastlin leta 2006 / How agricultural drought is measured in Slovenia or repeated test of optimal water balance management of agricultural plants in 2006 (Andreja SUŠNIK , Iztok MATAJC , Blaž KURNIK).....	55
---	----

Merjenje vode v tleh / Soil water measurements (Vesna ZUPANC , Marina PINTAR).....	63
--	----

Primerjava dveh vrst dielektričnih senzorjev za merjenje vsebnosti vode v tleh / Comparison of two dielectric sensors for soil moisture measurements (Peter KORPAR , Vesna ZUPANC , Marina PINTAR).....	70
--	----

Kapljичno namakanje nasadov hmelja v Turiški vasi pri Slovenj Gradcu / Drip irrigation of hop yards in Turiška vas near Slovenj Gradec (Irena FRIŠKOVEC , Davorin VRHOVNIK)	75
---	----

Dohodek in varnost na slovenskih kmetijah / Income and safety on Slovene farms

Ocenjevanje dohodka na kmetijah in gospodarska moč kmetij / Farm income assessment and economic power of farms (Bernarda ČEBULJ , Andrej UDOVČ)	79
---	----

Varnost in zdravje pri delu in vloga KGZS / Health and Safety at work and importance of Chamber of agriculture and forestry of Slovenia (Martin MAVSAR)	85
--	----

Tehnologije pridelovanja / Crop management

Strategija pridelovanja pšenice v obdobju po drugi svetovni vojni, možnosti Slovenije po vstopu v EU, rezultati trajnih poskusov v dveh pedoklimatsko različnih območjih / Strategy of wheat producing in the period after the second world war, possibilities of Slovenia after EU entrance, results of long-term field experiments at two different pedoclimatic locations (Anton TAJNŠEK , Igor ŠANTAVEC).....	91
---	----

Correct choice of cultivar and cultural practices - basis of economical wheat production / Pravilna izbira sorte in agrotehnike – osnova ekonomične proizvodnje pšenice (Nikola HRISTOV , Novica MLADENOV , Ankica KONDIĆ-ŠPIKA).....	105
--	-----

Testing of pre-harvest sprouting tolerance in two-rowed winter barley / Testiranje nagnjenosti h kalitvi na klasu pri dvovrstnem ječmenu (Novo PRŽULJ , Vojislava MOMČILOVIĆ).....	112
--	-----

Effects of microbial fertilizer BactoFil-A and mineral nitrogen fertilizer on corn yield / Učinek mikrobnega gnojila bactofil-A in mineralnega dušika na pridelek koruze (Ljubinko STARČEVIĆ , Dragana LATKOVIĆ)	118
--	-----

**Kolobar kot temeljni ukrep omejevanja škode zaradi koruznega hrošča
(*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte)**

Crop rotation as a basic measure for reducing damage caused by Western
Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

(Darja **KOCJAN AČKO**, Nataša **LIPOVEC**)..... 123

Vpliv hitrosti vožnje na kakovost koruzne rezanice /

The effect of driving speed on the quality of corn silage cutting

(Denis **STAJNKO**, Miran **LAKOTA**, Bogomir **MURŠEC**, Matjaž **SAGADIN**,
David **VIDENŠEK**) 130

Pomen klimatskih in pridelovalnih vplivov na rast in razvoj zrnatega ščira /

Importance of some climatic and production conditions on growth and development
of grain amaranth

(Silva **GROBELNIK MLAKAR**, Anton **TAJNŠEK**, Franci **BAVEC**)..... 135

**Floristične spremembe v travni ruši Ljubljanskega barja v odvisnosti od
časa košnje in intenzivnosti gnojenja /**

Floristic changes in sward of Ljubljana marsh grassland in relation to cutting and
fertilising management

(Matej **VIDRIH**, Kristina **KARNIČAR**, Gregor **GRK**, Jure **ČOP**) 141

Dinamika rasti pora (*Allium porrum* L.) v odvisnosti od gnojenja z dušikom /

Dynamics of leek (*Allium porrum* L.) growth in dependence of nitrogen fertilization

(Lutvija **KARIČ**, Smiljka **VUKAŠINOVIČ**, Dragan **ŽNIDARČIČ**)..... 148

Ekološko pridelovaje slovenskih sort čebule /

Ecological cultivation of Slovenian onion varieties

(Mihaela **ČERNE**, Helena **JURŠE-ROGELJ**, Slavka **ZALOKAR**, Sonja **JERIČ**,
Gregor **ŠLIBAR**)..... 154

Preizkušanje genskih virov vrtnega ognjiča (*Calendula officinalis* L.) v pridelovanju /

Testing pot marigold (*Calendula officinalis* L.) genetic sources in cultivation

(Anita **KUŠAR**, Dea **BARIČEVIČ**) 159

**Agronomske lastnosti in pridelek različnih sort paprike, pobrane v tehnološki in
fiziološki zrelosti /**

Agronomic characteristics and yield of different pepper varieties picked at
technological and physiological ripeness

(Kristina **UGRINOVIČ**, Mojca **ŠKOF**)..... 165

**Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike sorte Bianca F1
(*Capsicum annuum* Bianca F1 L.) /**

Contents of sugar and organic acid in pepper fruits cv. 'Binaca F1' (*Capsicum
annuum* 'Bianca F1' L.)

(Boštjan **PETELINC**, Robert **VEBERIČ**, Jože **OSVALD**) 172

Vsebnost askorbinske kisline in nitratov v radiču (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) / The content of ascorbic acid and nitrates in chicory (<i>Cichorium intybus</i> L. var. <i>foliosum</i>) (Marjan SIMČIČ, Anja JANEŠ, Dragan ŽNIDARČIČ)	178
---	-----

Metode za zaščito kmetijskih rastlin pred pozebo / Frost protection methods for agricultural crops (Zalika ČREPINŠEK, Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ, Ana ŽUST).....	184
---	-----

Tla / Soil

Tla Slovenije- pedološka karta v merilu 1: 250 000 / Soils of Slovenia: Soil map 1: 250 000 (Franc LOBNIK, Nataša VIDIC, Helena GRČMAN, Anka LISEC, Marjan ŠPORAR, Marko ZUPAN, Tomaž PRUS, Janez RUPREHT, Borut VRŠČAJ, Metka SUHADOLC, Rok MIHELIČ)	193
--	-----

Vsebnost fosforja in kalija ter vrednost pH njivskih tal na območju savinjske in koroške regije / Phosphorus and potassium content and pH value in arable land in Savinjska and Koroška region (Igor ŠKERBOT).....	198
---	-----

Količina organske snovi v tleh v povezavi z rabo tal v Sloveniji / The quantity of organic matter in soil in connection with the land use in Slovenia (Janez SUŠIN, Borut VRŠČAJ)	203
--	-----

Vrednotenje sonaravno trajnostne rabe travniških tal na območju Prekmurja / Evaluation of the sustainable use of meadow soil in the Prekmurje region (Nataša KOPUŠAR, Melita ŠEŠERKO, Nives KUGONIČ, Natalija ŠPEH, Barbara JUSTIN).....	210
---	-----

Varstvo rastlin / Plant protection

Uporaba fitofarmacevtskih sredstev v pridelavi zelenjave / Use of pesticides in vegetable production (Iris ŠKERBOT).....	218
---	-----

Učinkovitost nekaterih fungicidov na glivo <i>Alternaria brassicicola</i> (Schwein) Wiltshire, izolirano iz strniščne repe (<i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i> /DC/ Metzg.) / Efficacy of some fungicides against <i>Alternaria brassicicola</i> (Schw.) Wiltshire isolated from <i>Brassica rapa</i> subsp. <i>rapa</i> /DC/ Metzg. (Lea MILEVOJ, Barbara ŠTUPAR, Franci CELAR)	224
--	-----

So lahko entomopatogene ogorčice učinkovita alternativa insekticidom pri zatiranju kapusovih bolhačev? /

Can entomopathogenic nematodes be an effective alternative to insecticides in controlling flea beetles?

(Stanislav TRDAN, Žiga LAZNIK).....232

Genetika in biotehnologija / Genetics and biotechnology

Odnos strokovne javnosti do gensko spremenjenih organizmov /

Attitude of professionals to genetically modified organisms

(Katja VADNAL, Damijana KASTELEC, Jernej KOGOJ).....241

Pomen samoinkompatibilnosti pri žlahtnjenju vrst iz rodu *Brassica* /

Self-incompatibility in *Brassica* breeding

(Katarina RUDOLF PILIH).....247

Uporaba biokemijskih in molekulskih markerjev za preverjanje vrst, sort in hibridov kmetijskih rastlin /

Use of biochemical and molecular markers for verification of species, cultivars and hybrids of agricultural crops

(Jelka ŠUŠTAR-VOZLIČ, Tatjana KAVAR, Marko MARAS, Katarina RUDOLF PILIH, Peter DOLNIČAR, Vladimir MEGLIČ).....251

Proste teme / Free topics

Nove slovenske sorte krompirja /

New Slovenian potato varieties

(Peter DOLNIČAR)256

Vpliv sončnega UV-B sevanja na rastline in kakovost pridelkov /

Impact of solar UV-B radiation on plants and quality of yield

(Ivan KREFT, Mateja GERM, Blanka VOMBERGAR)260

Ekoremediacije v kmetijstvu /

Ecoremediation in agriculture

(Danijel VRHOVŠEK, Ana VOVK KORŽE).....265

Sušni stres v kmetijskih rastlinah /

Drought stress in crop plants

(Helena ŠIRCELJ)271

Ksantohumol v slovenskem hmelju /

Xanthohumol in Slovene hops

(Dušica MAJER, Majda VIRANT)278

Uporaba stranskih produktov lesne- in živilsko-predelovalne industrije za gojenje gob /	
Use of byproducts from wood and food processing industry for mushroom cultivation (Andrej GREGORI , Bojan PAHOR , Franc POHLEVEN , Marin BEROVIČ , Aleksandra PIVEC , Klavdija RIŽNAR , Roman GLASER).....	284
Poraba mineralnih gnojil v Sloveniji in primerjava z Evropsko unijo /	
Mineral fertilizer consumption in Slovenia and comparison with European Union (Janez SUŠIN).....	292
Perspektive Vrta zdravilnih in aromatičnih rastlin na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije po 30 letih delovanja /	
Medicinal and aromatical plant collection garden at the Slovenian Institute for Hop Research and Brewing - perspectives after 30 years of its activities (Nataša FERANT)	299
Stisnjenost bal in potrebna moč za pogon stiskalnice za valjaste bale s stalno prostornino /	
Density of bales and power required for driving of roll baler with fixed chamber (Tomaž POJE)	303
INDEKS AVTORJEV / AUTHOR INDEX.....	309

Pridelava hrane ali pridobivanje energije

Marjan DOLENŠEK¹, Snežana I. OLJAČA²

Izvleček

Na njivah lahko poleg hrane / krme pridelujemo rastline za energijo različnih oblik (elektrika, toplota, gorivo). To naj bi skupaj z lesom iz gozda in drugimi viri biomase zagotovilo največji delež pri povečanju obnovljivih virov energije na 12% v EU do leta 2010. Ekonomičnost proizvodnje bioenergij v EU je odvisna od subvencij, razen direktnega kurjenja biomase. Odločitev posameznega pridelovalca za proizvodnjo bioenergije je odvisna predvsem od njene ekonomičnosti, oziroma višine dohodka. Okoljska sprejemljivost bioenergije (CO₂ bilanca, energetska bilanca) ni vedno le pozitivna. Proizvodnja energije, ki nadomešča kmetijsko proizvodnjo, ne zagotavlja novih delovnih mest. Energetska raba rastlin v EU ne bo bistveno zmanjšala pridelave rastlin za hrano in krmo, lahko pa bo vplivala na dvig cen kmetijskih pridelkov.

Ključne besede: energija, hrana, toplota, gorivo, elektrika, nafta, biomasa, bilanca CO₂

Production of food or production of energy

Abstract

On the fields we can, beside food / fodder, produce different plants to obtain various forms of energy (electricity, heat, fuel). All together with wood from forests and other sources of biomass is the biggest guarantee for the increasing of restoring energy sources in EU at 12% till 2010. Economy of production of bioenergies in EU depends on subsidy, exception is direct burning of biomass. The decision of individual producer for production of bioenergy depends mostly of its economy or altitude of income. Environmental acceptability of bioenergy (CO₂ balance, energy balance) is not always just positive. The production does not assure new working places. Energy use of plants in EU will not essentially reduce the production of plants for food and fodder, but it could influence on the growth of the prices of agricultural products.

Key words: energy, food, heat, fuel, electricity, oil, biomass, CO₂ balance

1 Uvod

Dilema, postavljena v naslovu tega prispevka, zveni logično, saj navaja na razmislek, ali bomo njive namenili za pridelavo hrane (in krme), ali pa za pridobivanje (obnovljive) energije. Posebej logična se zdi danes, ko so iz zelo različnih vzrokov močna prizadevanja za povečanje uporabe obnovljivih virov energije v primerjavi s fosilnimi (neobnovljivimi), in ko o obnovljivih virih energije potekajo razprave vse od najvišjih političnih ravni do gostilniških debat in ko so danes teme o energiji v medijih veliko bolj pogoste kot o hrani. Vendar je naslovna dilema v bistvu postavljena napačno. Morala bi se glasiti »za kakšno obliko pridobivanja energije bomo namenili njivsko pridelavo«, saj je tudi hrana (in krma) v bistvu le ena od oblik shranjene, sicer zelo kompleksne oblike energije. Ko pa je hrane za prehrano ljudi in krme za živali v neki družbi dovolj, ali pa celo preveč, kot danes v večini razvitih držav oziroma v pretežnem delu držav severne poloble, pa se postavi vprašanje, za kakšno obliko energije nameniti njivsko pridelavo, oziroma katera se finančno bolj splača. In na tej

¹ Mag., Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Šmihelska 14, 8000 Novo mesto, e-pošta: marjan.dolensek@gov.si

² Prof. dr. Poljoprivredni fakultet, Institut za ratarstvo, Nemanjina 6, SR-11080 Zemun-Beograd, e-pošta: soljaca@agrifaculty.bg.ac.yu

točki smo danes. A zaradi ustaljenosti izrazov in razumevanja bomo v prispevku uporabljali izraza hrana in energija (toplota, gorivo, elektrika).

Povečane cene primarne energije v zadnjih letih so pripeljale do tega, da je lahko dodana vrednost biomase, ki jo uporabimo za pridobivanje energije v klasičnem pomenu (toplota, gorivo, elektrika), po grobih ocenah dvakrat tolikšna, kot če bi isto biomaso uporabili v prehrabeni verigi. Posameznemu pridelovalcu je pravzaprav povsem vseeno, kako bo zaslužil denar, ali s pridelavo rastlin za hrano ali za elektriko. Pomembno je, da zasluži denar in ni odvisen od subvencij, ki mu jih družba deklarativno namenja za storitve pri vzdrževanju in negi krajine in drugih družbeno koristnih vlogah (v resnici pa za kompenzacijo nizkih cen kmetijskih proizvodov in s tem dejansko subvencijo trgovskih verig in končnih potrošnikov). Pričakovati je, da se bodo prihodki kmetijstva povečali, saj je nenadoma kmetijstvo povezano z razvojem cen primarne energije (nafta, zemeljski plin, premog), in vsak kmet bo moral v bodoče dvakrat premisliti, ali bo silažno koruzo namenil za krmo živini ali bakterijam v bioplinskem reaktorju. V bodoče lahko pričakujemo, da bo kljub obdelanim njivam (in opuščnim ali pomulčnim travnikom) vse več hlevov praznih. Evropa je danes že neto uvoznik govejega mesa, vendar je predelovalna industrija kljub temu uspela ceno govejega mesa v letu 2006, s povprečno 3,5 EUR, potisniti pod 3 EUR za kg. V proizvodnjo energije se danes investira približno štirikrat več kot v vso opremo v kmetijstvu (Dänzer, 2006). Toda kljub očitni konjunkturi pri investicijah v proizvodnjo energije z njiv, tudi na največjih svetovnih borzah (Bošković, 2006), se ob tem postavlja veliko vprašanj, na večino katerih pa (še) ni jasnih odgovorov:

- Kakšne posledice potegne za seboj odločitve o prehodu s proizvodnje hrane na proizvodnjo energije? Ali bo v bodoče energetska vrednost hrane določala ceno hrane kot take?
- Katere lokacije so primerne za posamezno proizvodnjo energije, katere postopke uporabiti, kakšna je optimalna intenzivnost proizvodnje?
- Kakšna je energetska učinkovitost? Ali so bioplinske naprave brez porabe toplote lahko sploh učinkovite v primerjavi z neposredno uporabo biomase za proizvodnjo toplote (kurjenju)?
- Kakšna je bilanca CO₂?
- Koliko je razpoložljivega znanja za upravljanje najzahtevnejših naprav (bioplin)?
- Kje je meja za širjenje proizvodnje in kje je že smiselna specializacija in delitev dela? Kje so optimalne meje velikosti in obsega proizvodnje?
- Kako je s financiranjem investicij in njihovo ekonomičnostjo? Kljub temu da je na svetu več denarja kot dobrih idej, želijo finančni investitorji svoj denar nazaj, po možnosti s čim večjimi obrestmi oziroma dobičkom.
- Kako je z neuspešnimi investicijami in nepravilnimi odločitvami?
- S katerimi parterji naj kmet sodeluje pri proizvodnji – z drugim kmeti, z elektro distribucijskimi podjetji, industrijo? Kakšni so pogodbeni odnosi?
- Kakšen je vpliv in občutljivost okolja pri gradnji in obratovanju objektov (bioplin)?
- Kakšne učinke ima proizvodnja energije na omejene dejavnike za proizvodnjo, na primer na najemnine najbolj primernih zemljišč?
- Kakšni bodo učinki na manj primernih zemljiščih za proizvodnjo energije, na primer travnikih?
- Kdaj je smiselna proizvodnja energije (toplote) na njivah, v primerjavi z uporabo lesa za kurjenje?

- Ob kakšni ceni surove nafte bo proizvodnja energije z njiv zanimiva oziroma ekonomična?

To so le nekatera od vprašanj, številna pa se pojavljajo vzporedno z razvojem proizvodnje energije iz obnovljivih virov. Ob tem pa ne smemo pozabiti, da je energija z njiv (in gozdov) samo ena od različnih oblik obnovljivih virov energije (biomasa, voda, veter, sonce), preko katerih poskuša človeštvo čim bolj učinkovito pretvoriti, shraniti in uporabiti sončno energijo za svoje življenjske potrebe. V številnih državah predstavlja bioenergija danes le majhen delež, a za posameznega pridelovalca lahko pomeni zelo veliko odločitev, priložnost in tudi tveganje. Prav tako pa ne smemo pozabiti, da je vzporedno s pridobivanjem bioenergije na njivah pomembna tudi pridelava surovin za industrijo, ki prav tako nadomešča fosilna goriva (nafto).

V prispevku bomo poskušali odgovoriti na nekatera, v uvodu postavljena, vprašanja, predvsem pa podati pregled o današnjem stanju in možnostih za proizvodnjo energije z njiv. Pri tem bomo pozornost namenili predvsem splošnim vprašanjem in dilemam, manj pa tehničnim in tehnološkim vprašanjem.

2 Prispevek k zmanjševanju klimatskih sprememb in k oskrbi z energijo

Gospodarsko politični okvir za energetske rabo biomase predstavlja Bela knjiga EU komisije iz leta 1997 »Obnovljive energije«, ki je še vedno aktualna (Kopetz, 2005). Ta temelji na dveh osnovnih izhodiščih in sicer problematiki toplogrednih plinov (potrebno zmanjšanje emisije CO₂) in povečana uvozna energetska odvisnost EU, ki znaša že 50% in bi se brez ukrepov do leta 2020 povečala na 70%. Cilj bele knjige je podvojiti količino obnovljive energije in doseči njen 12% delež v primarni energiji leta 2010. Pri tem naj bi največji delež povečanja odpadel na biomaso, in sicer 90,2 mio ton enot surove nafte (preglednica 1).

Preglednica 1: Obnovljive energije, cilji Bele knjige EU komisije, v milijonih ton enot surove nafte

Vir	Stanje 1995	Cilj 2010	Povečanje
Veter	0,35	6,90	6,55
Voda	26,40	30,55	4,15
Sončne celice	0,00	0,26	0,26
Biomasa	44,90	135,00	90,20
Toplota zemlje	2,50	5,20	2,70
Sončni kolektorji	0,26	4,00	3,74
Skupaj	74,31	181,91	107,60

Ob upoštevanju, da ima 1 tona zračno suhe biomase (14% do 20 % vlažnost), ne glede ali je to slama, žito ali les, v povprečju energetska vrednost 4.000 kWh, potrebujemo za energijo 1 t nafte 2,91 t biomase. Navedeno povečanje za 90,2 mio ton enot surove nafte tako odgovarja 262 mio ton biomase, kar pa je približno toliko, kot celotna žetev žit v EU. Cilj v knjigi je, da bi polovica povečanja prišla iz ostankov v kmetijstvu in gozdarstvu (bioplin, toplota), polovica pa iz energetskih posevkov. Za slednje bi to pomenilo 15 mio ha v EU, kar pa je obseg, ki ga kmetijstvo in gozdarstvo tudi ob najbolj ugodnih pogoji ne bosta mogla izpolniti (Kopetz, 2005).

3 Ali je v EU dovolj žita za proizvodnjo biogoriv?

Bela knjiga predvideva 5,75% delež biogoriv do leta 2010. EU letno porabi okoli 230 mio t dizel goriva in 156 mio t bencina. Za doseg cilja bi, ob upoštevanju nižje energetske

vsebnosti, potrebovali okoli 14,5 mio t biodizla in 13,5 mio ton bioetanola, to pa pomeni 40 mio t žit in 36 mio ton oljne ogrščice. V letu 2005 je znašala žetev žit v EU 258 mio t, žetev oljne ogrščice pa 15,5 mio t. V EU trenutno deluje 7 tovarn, načrtovanih oziroma v gradnji pa je še 6 večjih tovarn za predelavo žit v etanol, s skupno porabo 7 mio t žit. Če se bodo te kapacitete potrojile, bi to pomenilo 21 mio ton žit, oziroma 8% njiv s proizvodnjo 7 mio t etanola. Ob upoštevanju porabe 5 mio ton za bioplinke naprave ter 2,5 mio ton za kurjenje z žitom (oboje optimistična ocena), bi ob predvideni sprostitev površin v prahi za pridelavo energijskih žit (4 mio ton) znašala poraba 28 mio ton, kar je manj od današnjega izvoza, ki znaša 30 mio t, bi pa navedena poraba lahko vplivala na dvig cen žit v Evropi (Bickert, 2006).

4 Meje gospodarnosti in trajnosti

Gospodarnost proizvodnje biogoriv v EU se danes giblje na tanki črti oprostitve trošarin in uvoznih carinah za etanol. Proizvodnja etanola, ki temelji na sladkornem trsu, je namreč znatno cenejša (0,3 do 0,4 €/l) kot v EU, kjer pretežno temelji na žitih (0,5 do 0,6 €/l), iz sladkorne pese pa je še dražja. Analize kažejo, da je proizvodnja biodizla v Severni Ameriki cenejša kot v EU. Če EU ne uspe obdržati carin na etanol v okviru pogajanj WTO, se bodo proizvajalci v EU znašli v velikih težavah in bodo zaradi velikih investicij morali proizvajati še naprej, s tem pa bodo povpraševali po kmetijskih proizvodih. Globalno povečanje proizvodnje bioenergije bo vodilo do povečanja cen kmetijskih pridelkov, kar se bo najbolj odrazilo v EU. Kmetje se bodo glede na višino cen odločali za prodajo pridelkov za hrano ali energijo, iz česar lahko sklepamo, da se konkurenčnost proizvodnje bioenergije v EU ne bo povečala (Zimmer, 2006).

5 Konkurenca med proizvodnjo hrane in energije

OECD ocenjuje, da se bo poraba hrane do leta 2010 povečala za 10%, poraba energije pa za 3% letno in bo leta 2030 znašala najmanj 150% današnje. Povečanje potrebe po hrani bo v veliki meri pokrito z biotično tehničnim napredkom, predvsem na lokacijah za najbolj intenzivno pridelavo.

Večina analitikov meni, da se cene nafte, okoli 70 \$/sod, ki so veljale zadnjega pol leta, ne bodo obdržale na tej ravni. Trenutno so okoli 60 \$ (oktober 2006). Toda cene nafte imajo izjemen vpliv na proizvodnjo bioenergije. Že pri ceni med 30 in 40 \$/sod je proizvodnja bioetanola v Braziliji rentabilna brez subvencij. In v teh območjih bo čedalje več kmetijskih površin namenjenih za proizvodnjo energetskih poljščin, to pa pomeni posledično večje cene kmetijskih pridelkov. Ker je v delu EU proizvodnja bioenergije močno subvencionirana, odpadajo pa proizvodno vezana direktna plačila, se bo srednjeročno lahko zmanjšala proizvodnja hrane, čeprav ima domača proizvodnja le te prednosti pred uvoženo: visoki standardi kakovosti, varnost hrane,... ter bližina trgov z veliko kupno močjo. Te prednosti pa pri energiji ne pomenijo veliko, saj gre za homogene proizvode, ki jih je enostavno in poceni transportirati. Tu bodo konkurenčnost določali izključno proizvodni stroški, kjer pa Evropa ni najcenejša. EU komisija ocenjuje rentabilnost proizvodnje biogoriv v zahodni Evropi pri ceni nafte med 60 in 90 \$/sod, to pa je dvakrat toliko kot v Braziliji.

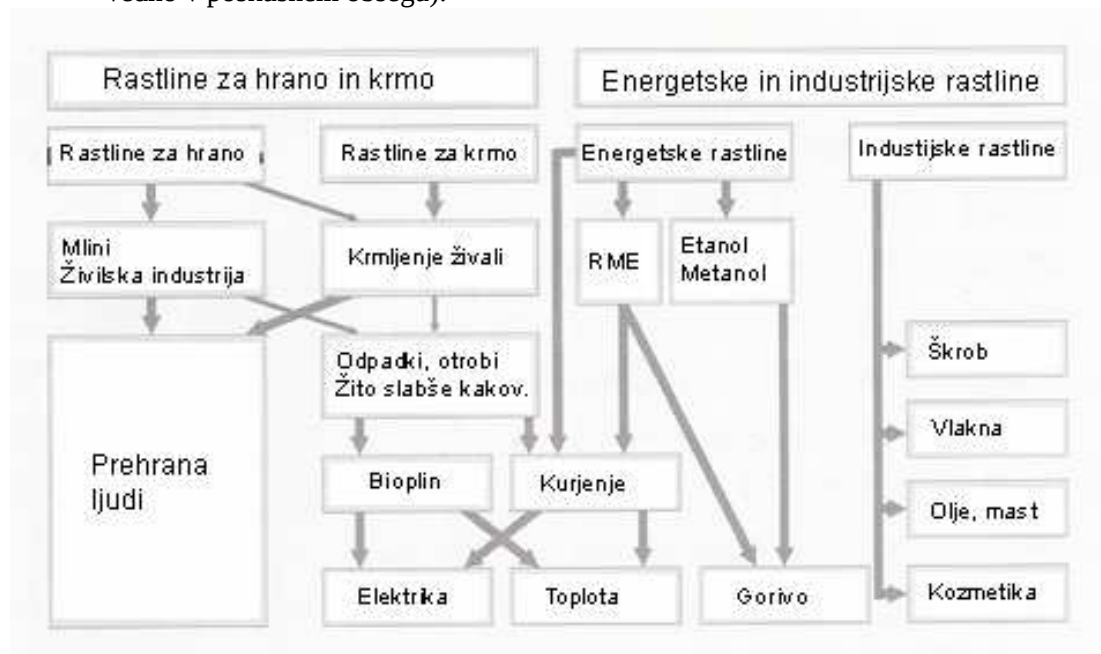
Proizvodnja hrane bo v Evropi še naprej v ospredju pred proizvodnjo energije (Uffelman in Graser, 2006). Če odpade subvencioniranje bioplina preko višjih cen elektrike (česar srednjeročno sicer ni pričakovati), bodo številne bioelektrarne le zgrešene investicije. Biodizel je rentabilen le tam, kjer se država odpove trošarinam. Trenutno je v EU brez subvencij na področju bioenergije gospodarno le kurjenje ostankov iz kmetijske proizvodnje, slame, lesa in žit (Zimmer, 2006). Pri tem pa ne gre pozabiti na reakcijo javnosti, če bo v kakšnem dnevniku

na naslovni strani pisalo »Zaradi kurjenja pšenice so se povečale cene kruha« pa tudi, kako bodo ob tem reagirali politiki s spodbudami za bioenergijo (Bickert, 2006).

6 Vrste njivskih rastlin za energetske rabo

Na sliki 1 so shematično prikazane različne možnosti uporabe njivskih rastlin. Za pridobivanje energije lahko poleg namenskih energetskih rastlin uporabljamo tudi nekatere rastline, ki so sicer prvenstveno namenjene za prehrano ljudi ali krmljenje živine. Najpogosteje uporabljene njivske rastline za energijo so:

- oljna ogrščica: proizvodnja metilnega estra (biodizel) ali neposredna uporaba olja kot goriva (večinoma v poskusni fazi uporabe; tehnične težave pogoste),
- drevesne plantaže, ki jih zasadimo na njivah: hitro rastoče drevesne vrste (topol, vrba),
- žito za energijo: žita za gorivo (etanol), kurjenje (toplota); uporaba zrnja, ali celotne rastline. Pri žitih je to lahko namenska pridelava ali uporaba manj kakovostnega krušnega žita. Etanol lahko pridobivamo tudi iz koruze ali gomoljnic (npr. krompirja, sladkorne pese),
- silažna koruza za bioplin: namensko pridelana in silirana koruza za predelavo v bioplinskih reaktorjih,
- posebne energetske rastline: miskantus, topinambur (omejena uporaba, večinoma še vedno v poskusnem obsegu).



Slika 1: Energetska raba rastlin (Breitschuh in sod., 2005)

7 Ekološka bilanca bioenergije

Na splošno velja bioenergija kot posebej okolju prijazna, saj naj bi bila CO₂ nevtralna, biotično razgradljiva, ohranja fosilne vire energije in pri gorenju ne sprošča omembe vrednih emisij žvepla. Za CO₂ dejansko to velja le pri direktnem kurjenju (posebej lesa), a če pogledamo celoten življenjski cikel, posebej namensko pridelanih energetskih rastlin, je to precej drugače. Za pridelavo porabimo veliko fosilnih goriv (proizvodnja gnojil, sredstev za varstvo rastlin, pridelava), kar vse sprošča CO₂, poleg tega pa še N₂O, ki se pri fosilnih

gorivih praktično ne sprošča. Ne gre pozabiti tudi na polucijo fosfatov, nitratov, biocidov (Quirin in Reinhart, 2005).

8 Dejanski pomen bioenergije in realnost drugih virov

Dejanski rezultat spodbud za uporabo bioenergije, gledano z narodno gospodarskega vidika, razen pri direktnem kurjenju lesa in uporabi ostankov, ni ravno spodbuden. Prispevek k energetski bilanci je pravzaprav marginalen. Tudi če bi za energijo namenili polovico njivskih površin, bi po grobih ocenah to pokrilo 5% potreb po primarni energiji. Stroški za zmanjšanje izpustov CO₂ pa so za 10- do 20-krat višji, kot je trenutna cena CO₂ kuponov na borzi (Zimmer, 2006). Kljub obstoječim in nekaterim novim obetavnim virom bionergije, kot so sintetična goriva iz biomase, imenova BtL (Biomass-to-liquid) (FNR, 2006), pa človeštvo želi imeti zanesljive in dovolj poceni vire energije, zato med „zelene“ rešitve uvršča fizijo (današnje jedrske elektrarne) in fuzijo (jedrske elektrarne prihodnosti) (Schenkel, 2006; Potočnik, 2006).

9 Sklepi

Sklenemo lahko:

- prispevek bioenergije (razen neposrednega kurjenja) k energetski bilanci primarne energije je danes še vedno marginalen,
- ekonomičnost proizvodnje bioenergije v EU je odvisen od subvencij,
- brez subvencij je v EU ekonomično le neposredno kurjenje biomase,
- odločitev pridelovalcev za pridelavo energije namesto hrane je odvisno predvsem od njene cene oziroma doseženega dohodka in izrabe zmogljivosti na obratu (kmetiji),
- okoljska sprejemljivost bioenergije ni vedno le pozitivna,
- proizvodnja energije, ki nadomešča kmetijsko proizvodnjo, ne zagotavlja novih delovnih mest, prej obratno,
- etična vprašanja (npr. pri kurjenju žit) niso zanemarljiva, a pri odločitvah je v ospredju slej kot prej ekonomika,
- energetska raba rastlin v EU ne bo bistveno zmanjšala pridelave rastlin za hrano in krmo, lahko pa bo vplivala na delen dvig cen kmetijskih pridelkov.

10 Literatura

- Bickert, C. 2006. Wie knapp wird Getreide? DLG Mitteilungen 4/2006: 74-77
- Bickert, C. 2006. Brot und Spiele. DLG Mitteilungen 4/2006: 77
- Bošković, D. 2006. Tekma za koruzo. Delo, sobotna priloga 19.10.06: 11
- Breitschuh, G., Reinhold, G., Vetter, A. 2005. Wirtschaftliche Bedeutung der energetischen Nutzung nachwachsender Rohstoffe für Landwirtschaft: Der Landwirt als Energiewirt – Potenziale für die Erzeugung. KTBL-Schrift 420: 19-36
- Dänzer, D. 2006. Vom Landwirt zum Energiewirt. Energietechnik, Oktober 2006: 3
- FNR – Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe. 2006. BtL: Biokraftstoff der Zukunft. Landtechnik 4/2006: 206 – 207
- Kopetz, H. 2005. Die energetische Nutzung der Biomasse als Beitrag zum Klimaschutz und zur Energieversorgung. KTBL-Schrift 420: 7-18
- Quirin, M., Reinhart, G. A. 2005. Ökobilanzen von Bioenergieträgern – ein Überblick. KTBL-Schrift 420: 37 – 45
- Potočnik, J. 2006. Zlitje prihodnosti. National Geographic, september 2006: 31–38
- Schenkel, R. 2006. Z dejstvi nad predsodke in strahove. Delo 20.7.06: 17
- Uffelmann, W., Graser, S. 2006. Was ist nachhaltiger? DLG Mitteilungen 10/2006: 10
- Zimmer, Y. 2006. Aufs richtige Pferd setzen. DLZ Agrarmagazin 8/2006: 142–144

Bioenergija – novi vir za rast evropskega kmetijstva

Gerhard BREITSCHUH¹, Torsten WEIDEMANN

Prevedel: prof. dr. Anton TAJNŠEK

Izvleček

V Nemčiji se močno širi proizvodnja bioplina iz gospodarskih gnojil ter iz bioenergetskih rastlin in njegova pretvorba v električno energijo. Dolgoročno zagotovljena zahteva po preskrbi z obnovljivimi viri je podprta s posebnim Zakonom o obnovljivih virih. Za proizvodnjo etanola iz žit so bili v letih 2004/05 postavljeni ogromni industrijski obrati. Razvoj postopkov za proizvodnjo energetskih substanc iz lesa in biomasnih pelet so v pilotski fazi. Ocenjujejo, da utegne v Nemčiji pridelava obnovljivih energetskih surovin zajeti 20-30% zemljišč. Zaradi vse večjega zavzemanja za surovinske in energetske rastline, kot tudi zaradi povečevanja števila svetovnega prebivalstva, se bo potreba po biomasi močno povečala, le-to pa bo treba pridelati na njivah, katerih obseg se stalno zmanjšuje. Zastavitev tega cilja zahteva nove poglede o multifunkcijskem kmetijstvu. V okviru teh ciljev je kmetijska znanost postavljena pred zahtevne izzive. Končno je v svetovnem okviru treba premagati lakoto, pokriti potrebe po industrijskih in energetskih surovinah, obenem pa zmanjšati prizadetost drugih ekosistemov.

Ključne besede: bioplin, energetske poljščine, multifunkcijsko kmetijstvo

1 Okvirni pogoji kmetijske in energetske politike

V srednji Evropi govorijo za pojačano zamenjavo fosilnih energetskih nosilcev z biomaso naslednji pomembni razlogi (slika 1):

- fosilne surovine so končne, zato moramo računati z njihovim povečanim pomanjkanjem in podražitvijo.
- V srednji Evropi je doseglo kmetijstvo produktivnost, ki omogoča, da preko energetske varnosti proizvajamo tudi biomaso kot surovino.
- Sedanje stanje tehnoloških postopkov in gospodarski okvirni pogoji dovoljujejo rentabilno pretvorbo (konvertiranje) biomase v toploto, elektriko in pogonska goriva.
- Povečano nadomestilo fosilnih energetskih nosilcev z okoljsko sprejemljivo proizvedeno biomaso deluje, zaradi učinkovitega zmanjšanja CO₂ izpustov, klimatsko razbremenjujoče.
- Energetska uporaba biomase ohranja prostorsko pokrito rabo krajine in zagotavlja delovna mesta kot tudi investicije na podeželju.
- Obstaja javni interes za obnovljive energije in s tem povezano družbeno in politično sprejemljivost biomase kot energetske surovine.

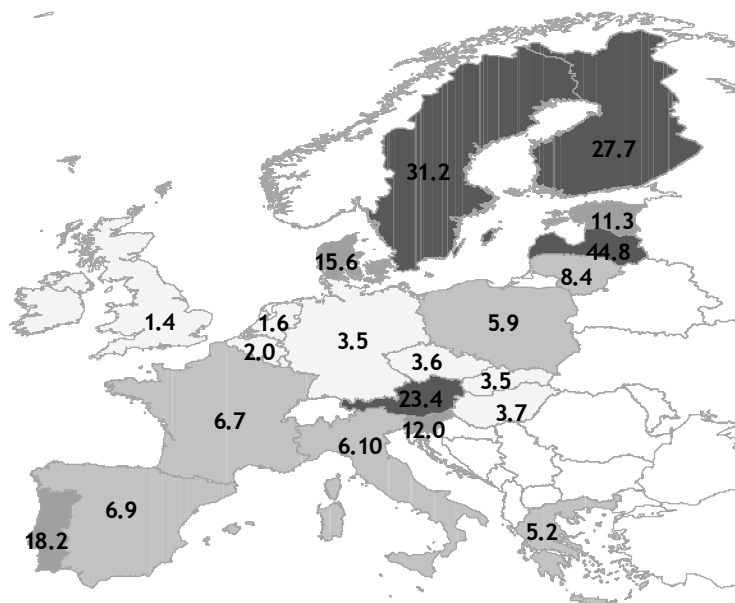
Obnovljiva energija je bila v zadnjih 20 letih sicer pogosto omenjena kot priložnost za zmanjšanje energetskih problemov, toda na žalost je bila vedno samo ekstenzivno obravnavana. Manjkala je njena konkurenčnost v primerjavi z navidezno cenenimi fosilnimi energetskimi nosilci in zato ni bilo industrijske in družbene zavzetosti zanj. Industrija se je zavzela samo za vetrno in solarno energijo, zato je bila s pomočjo močnega pospeševanja razvita do praktične uporabnosti.

Spremenjena situacija je posledica:

- gibanja cen nafte,
- načrtovanega opuščanja jedrske energije,
- razvoja tehniških postopkov (biodizel, vetrne in solarne naprave, proizvodnja bioplina, uporaba lesa, proizvodnja etanola, utekočinjanje biomase),
- energetske šibke usmeritve EU, nemške zvezne vlade in vlad zveznih dežel.

Ravno danes je bioenergija poseben predmet politične diskusije in spremenjene zakonodaje (koaliicijska pogodba, zakon o energetskem davku, itd). To povzroča boljšo medijsko prisotnost in povečan interes industrije, kar se odraža predvsem v tehnoloških inovacijah.

¹ Prof. dr., Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Naumburger Str. 98, D-07743 Jena, e-pošta: g.breitschuh@jena.tll.de, www.tll.de, tel.: ++49 3641/683-200, fax: ++49 3641/683-212,

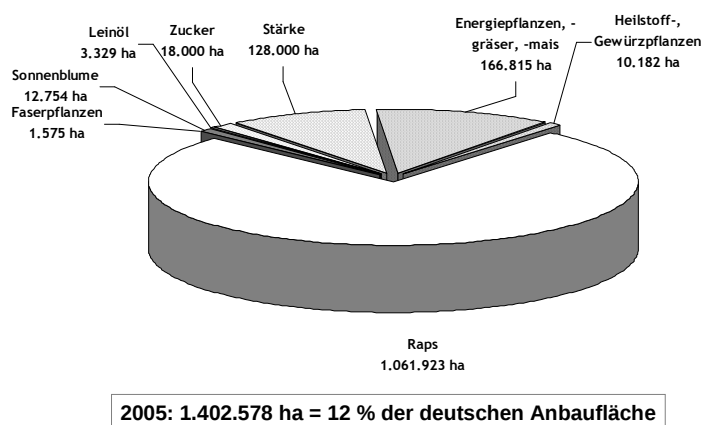


Slika 1: Delež obnovljivih energij v porabi primarne energije v članicah EU (2004)

2 Vpliv na evropsko kmetijstvo

Za samo evropsko kmetijstvo prinaša vstop v pridelavo energetskih rastlin priložnost za temeljno spremembo. Gospodarjenje s presežki pri intervencijskih posevkih in prahi in njihovo dogovorjeno subvencioniranje bo nadomeščeno z alternativno rabo zemljišč. Ekološko smiselno zmanjšanje CO₂ izpustov bo povezano z učinkovito razbremenitvijo trgov, zagotovitvijo delovnih mest in povečano dodano vrednostjo na podeželju. V kolikor je predelava bioenergetskih rastlin do končnega produkta (biodizel, elektrika, toplota) opravljena na samem podeželju, je lahko učinkovitost teh dejavnikov pomembno povečana in razmerje med prihodkom v kmetijstvo in cenami proizvodnih sredstev se poveča.

Uvedba bioenergije poveča raznolikost kmetijstva, kar zmanjša skupno tveganje, obenem pa poveča fleksibilnost rabe, lahko pospešuje raznolikost vrst kulturnih rastlin in poveča atraktivnost kmetijskih poklicev. Povečanje energetske rabe izboljša gospodarsko stanje kmetijstva (slika 2).

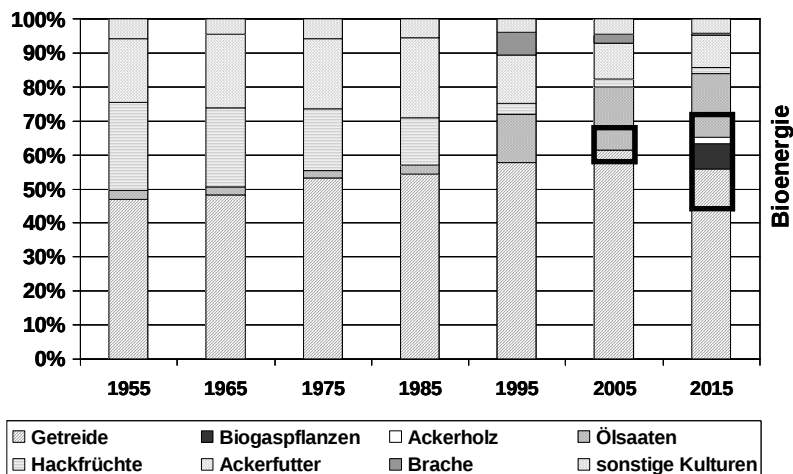


Slika 2: Obseg pridelave obnovljivih surovin v Nemčiji 2005

Z inovativnim zavzemanjem lahko kmetje kompenzirajo inflacijsko pogojeno povečevanje stroškov. Toda nerealistična so pričakovanja, da bi s tem postala odvečna tudi plačila po skupni evropski kmetijski politiki (izplačila za ohranjanje kulturne krajine, steber 1) in pomoč za naravovarstveno utemeljene posebne ukrepe (ukrepi za kmetijsko okolje, steber 2). Pri prognozi gibanja dohodkov iz produktov in storitev moramo upoštevati, da se visoke stopnje rasti pridelkov in dosežkov v živino-

reji, ki smo jim priča v zadnjih desetletjih, verjetno ne bodo mogle nadaljevati v tem obsegu. Rezerve pa vsekakor tičijo v dvigu proizvodnje na raven današnjih vrhunskih obratov.

Kot pozitivno je vsekakor delovalo poudarjeno rastoče povpraševanje po energetskih in industrijskih surovinah. Iz tega izhajajoče pomanjkanje biomase je bistveno prispevalo k stabilizaciji in povečanju ravni cen. S tem se da obrazložiti spremembe strukture pridelave in proizvodnje (slika 3), če so na primer dosežene meje pridelave (ogrščica) in se moramo preusmeriti na biomasne rastline, ki še ta trenutek niso udomačene ('njivski les', topinambur).



Slika 3: Raba njivskih zemljišč v Turingiji

3 Povečano povpraševanje po biomasi – gospodarske možnosti

Kot rezultat ostaja, da je pri ohranitvi sedanjih produkcijskih struktur do leta 2013 treba v povprečju obratov pričakovati zmanjševanje dohodka. Vzrok so naraščajoče cene proizvodnih sredstev in zmanjšani prihodki iz državnih dajatev, ki ne bodo mogli biti kompenzirani z domnevno nekaj večjimi tržnimi izkupički. Z na ta način delujočim pritiskom na obrate se bodo ti lahko prilagodili za odpiranje novih področij proizvodnje. Nadaljnja pridelava kmetijskih surovin pridobiva v tem okviru poseben pomen. To velja predvsem za energetske bio-surovine.

Končnost fosilnih surovin, zaradi pomanjkanja katerih se cene povečujejo, naraščajoča globalna potreba po energiji in nenazadnje povečane emisije toplogrednih plinov povzročajo premislek o biogorivih. Ta tendenca je podprta tako z evropsko energetsko, kmetijsko in okoljsko politiko, kakor tudi novo nemško zakonodajo, posebno z zakonom o obnovljivi energiji, zaradi česar se pospešuje pridelava in uporaba nosilcev energije iz biomase. Podobno pot podpore obnovljive energije gredo tudi druge države EU. V Franciji (brez prekomorskih ozemelj) na primer znaša cena za elektriko iz bioplina med 7,5 in 9 centov po kWh. Ta cena je zagotovljena za 15 let in se lahko z nadaljnjimi dodatki poveča za do 5 centov po kWh.

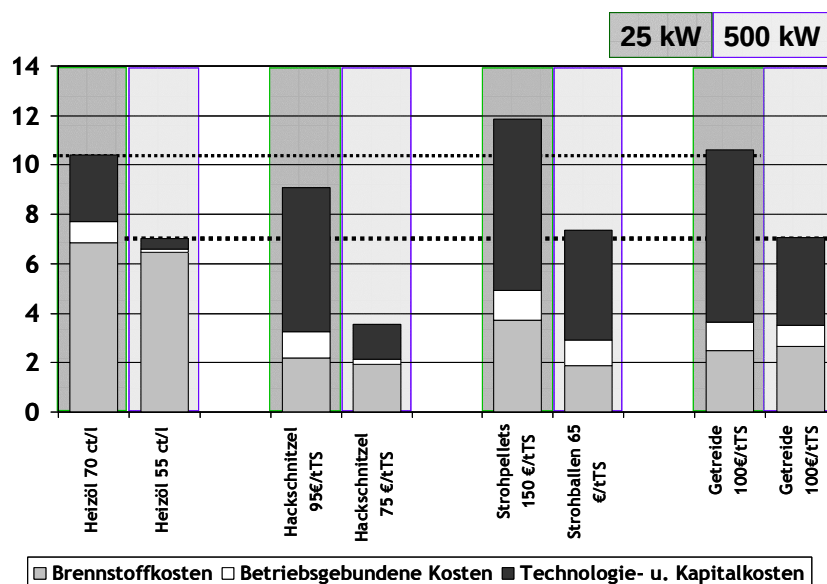
Energetske surovine vse bolj dosegajo z delovanjem zgoraj omenjenih dejavnikov adekvatno in deloma boljšo odličnost v primerjavi s proizvodnjo hrane in krme. Tako je dosežena raven, ko se gospodarno izkorišča proizvodnjo elektrike iz biomase. Tako lahko v toplotnih napravah lesne rezance iz odpadnega lesa s proizvodnimi stroški od 60-100 evrov za tono suhe mase brez posebnih vzpodbud uporabljamo konkurenčno nafti in plinu (slika 4).

Tudi rezanci iz 'njivskega lesa' dosegajo v primerjavi s tritikalo in ječmenom najmanj enako relativno odličnost. Kot posledico lahko pričakujemo, da se bo pridelava bioenergetskih rastlin v prihodnjih letih znatno povečala (slika 5). To lahko privede do konkurence rabe med energetskimi in prehranskimi surovinami za omejena kmetijska zemljišča. Pričakovano delovanje, ki bo s tem nastalo, lahko v smislu trajnostnega razvoja ocenjujemo kot pozitivno. To bo vodilo k razbremenitvi trgov s prehranskimi surovinami ob istočasno stabiliziranih cenah, zagotavljalo bo prostorsko pokrito kmetovanje, povečalo bo dodano vrednost, zmanjšalo emisije toplogrednih plinov in z investicijami in odpiranjem delovnih mest ohranjalo podeželje. Ta proces pospešujejo politični okvirni pogoji,

predvsem zakon o obnovljivih energijah, premije na kmetijo, premije za energetske rastline, razbremenitev davka na mineralna olja (biogoriva) in gibanje cen nafte, kar vse vpliva na proces ugodno. Pozitivno deluje tudi visoka neprimernost biomase za transport, kar vzpodbuja njeno regionalno uporabo in ohranja uvoz biomase v mejah. Stremeti je, da se ohrani energetska uporaba biomase v celoti ali delno na podeželju. Praktični primeri so izdelava in uporaba pelet iz biomase v manjših izgorevalnih napravah, biodizel in elektrika iz bioplinov, ki so že danes dosegli prag rentabilnosti ali ga presegli. Tako imajo poseben pomen za podeželje ogrevalne naprave na biomaso v povezavi z ogrevalno mrežo v vaseh in na robu mest.

Ob upoštevanju tehnoloških, gospodarskih in zakonskih okvirnih pogojev lahko pričakujemo naslednji vrstni red uvedbe teh ukrepov v prakso:

- predelava ogrščice v ME (→ dizel),
- 'njivski les' za manjše ogrevalne naprave in male elektrarne (→ potreba po toploti - elektrika),
- proizvodnja bioplina iz gospodarskih gnojil in substratov (→ elektrika),
- žito za proizvodnjo bioetanola (→ bencin),
- slama kot biogorivo / hidroliza (→ potreba po toploti / elektrika),
- biomasa za uplinjanje (→ izdelava pogonskih goriv).



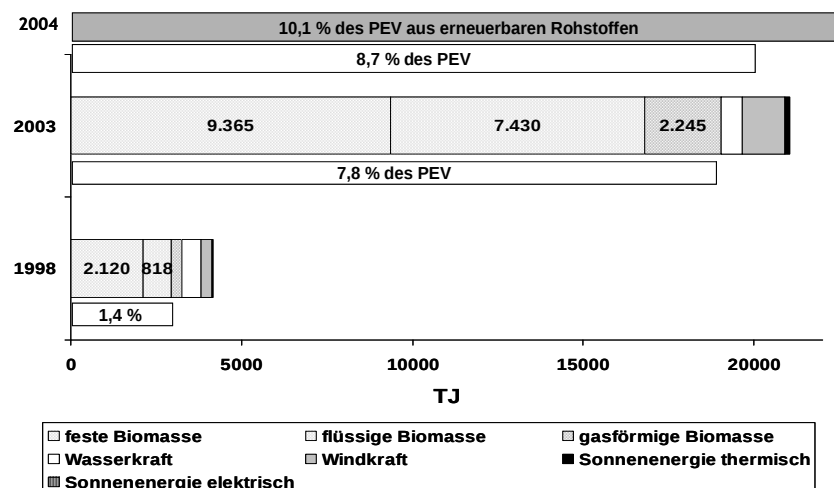
Slika 4: Primerjava različnih energetskih nosilcev in teknik za proizvodnjo toplote (območje: > 50 kW in <500 KW)

4 Okoljska sprejemljivost povečane pridelave energetskih rastlin

Kmetijstvo mora in se bo prilagajalo na spreminjajoče se kmetijske, okoljske, davčne, energetske politične okvirne pogoje na individualen način. Izziv obstaja v tem, da sta proizvodnja in koriščenje energetskih rastlin tako povezana v strukture posameznega obrata, da ne nastaja nobena nova okoljska obremenitev in da se obstoječe zmanjšujejo. V nadaljevanju bomo na modelu demonstrirali, kako se pri naraščajočem povpraševanju po nosilcu bioenergije spreminjajo procesi in strukture. Ocena učinkov na okoljsko sprejemljivost kmetijskih podjetij se izvaja z uporabo sistemov kriterijev okoljsko sprejemljivega kmetijstva (KUL) (Breitschuh in Eckert, 2006). Spremembe z razširitvijo pridelave poljščin za industrijsko energetske uporabo vplivajo posebno na:

- pridelovalno strukturo,
- kmetijsko biološko raznolikost,
- preskrbo s hranili in humusom,

- praho oziroma ekstenzifikacijo zemljišč,
- prisotnost krajinskih elementov kakor zložbo zemljišč,
- rabo sredstev za varstvo rastlin,
- zmanjšanje strukture in erozije,
- energetska bilanco in
- toplogredne pline.



Slika 5: Raba obnovljivih energij v Turingiji

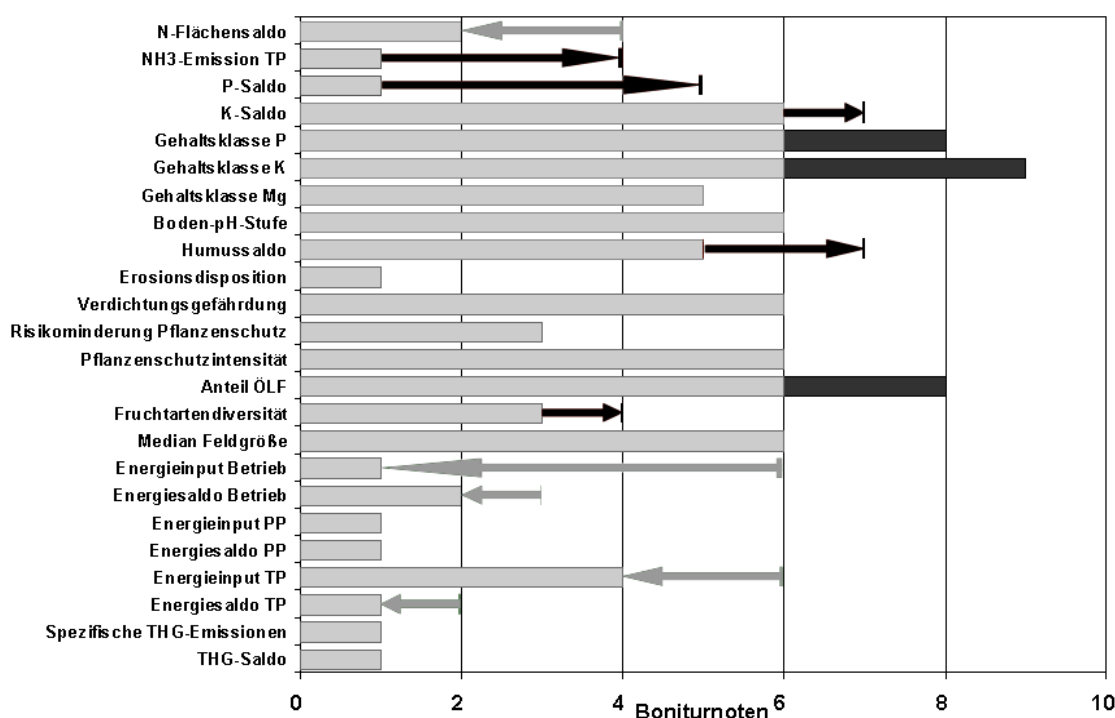
Pri tem je treba upoštevati regionalno in posestno specifičnost linij uporabe (bioplin, biodizel, etanol, sončna energija, izgorevanje), ki lahko vplivajo na spremembe zgoraj imenovanih kriterijev trajnosti. Trenutno lahko potekajo take ocene vsekakor samo modelno v okviru simulacijskih izračunov, pri katerih so preduzete in ocenjene najbolj verjetne reakcije prilagajanja. Osnova za izračun modelov je bil obrat, ki je bil v preteklih letih za te namene atestiran, in sicer v pogledu okoljske sprejemljivosti in v tem pogledu ni imel nobene pomanjkljivosti. Da bi ponazorili delovanje, je bilo predpostavljeno, da je bila celotna tržna proizvodnja obrata (59% njivskih zemljišč) preusmerjena na proizvodnjo industrijskih rastlin. Proizvodnja živali je bila ohranjena na sedanjem nivoju. Veljajo naslednje predpostavke: delež ozimne ogrščiice se je razširil s sedanjih 16% na prihodnjih 20% njiv. Z biodizlom je kompletno pokrita lastna potreba in presežki se prodajo. Oljne pogače nadomeščajo dosednji nakup ogrščičnih tropin. Pridelava sladkorne pese bo glede na tržne razmere zmanjšana s sedanjih 4% na prihodnjih 2,5%. Potreba po živinski krmi (sedanjih 0,5 GVŽ/ha) bo v sedanjem obsegu (pokrite približno 2/3 lastne proizvodnje). Za proizvodnjo bioplina pridejo v poštev, poleg celotne količine gnojevke, rastline za bioplin (44% njiv; 1/3 silažna koruza, 1/3 silaža drugih rastlin, 1/3 žito). Električna, ki je bila proizvedena z bioplinom, je bila v celoti prodana po pogojih zakona o obnovljivi energiji. Toplota teh sistemov v celoti krije potrebo po toploti v vseh hlevih na obratu. Dodatno je inštalirana tudi sušilnica za žita, ki pozimi služi za predogrevanje ogrščičnega semena za oljarne. Gnojenje z mineralnimi gnojili je naravnano na zmanjšan odvoz hranil. Po kriterijih okoljsko sprejemljivega kmetijstva so bili učinki okoljske sprejemljivosti kvalificirani in izvednoteni z masivno razširjeno pridelavo bioenergetskih rastlin (slika 6).

V predstavitvi (slika 6) predstavljajo desno naravnane puščice poslabšanje in levo naravnane puščice izboljšanje obstoječega stanja. Povzeto lahko komentiramo spremembe, kot sledi:

- N saldo se nekoliko poveča zaradi zmanjšane stopnje delovanja organskih gnojil, toda tako kot v preteklih letih ne preseže praga tolerance. Emisija NH_3 se znatno poveča, ker se poveča absolutna količina gnojevke in ker gnojevka za bioplin povzroča višjo emisijo NH_3 . Zaradi visoke vsebnosti fosforja in kalija v tleh vodi zmanjšan odvzem hranil do pomembno povečanih saldov fosforja in kalija, pri kaliju le ta preseže prag tolerance. Že prej visok sal-

do humusa preseže s povečanim deležem gnojevke (živinoreja + bioplin) prag tolerance in zahteva premislek o zmanjšanju.

- Raznolikost kmetijskih rastlin na obratu je ostala dobro ocenjena, se pa je nekoliko zmanjšala. Intenzivnost varstva rastlin je ostala praktično nespremenjena, in sicer na pragu tolerance, čeprav je stremeti za njeno zmanjšanje zaradi manjših zahtev glede kvalitete pri bioenergetskih rastlinah.
- Že prej pozitivno ocenjeni energetski saldo se je s preusmeritvijo občutno povečal. Ugodna je tudi ocena pri toplogrednih plinih. Obrat kaže z 32 kg CO₂ ekvivalentov na gJ neto tržne proizvodnje in s saldonom toplogrednih plinov 2256 kg CO₂ ekvivalentov na hektar izredno dobre vrednosti, ki istočasno ponazarjajo ekološko ugodno delovanje pridelave energetskih rastlin. To velja tudi za energetsko bilanco, ki se je s preusmeritvijo znatno izboljšala.
- Nobenega realnega učinka pa nismo mogli izoblikovati za dispozicijo erozije, ker leži obrat na ravnini in tudi sicer nima problemov z erozijo.



Slika 6: Povečanje pridelave bioenergetskih rastlin na izbranem obratu

V gospodarskem sektorju se je občutno povečala dodana vrednost. V celoti kaže ta primer, da je, z izjemo povečane emisije NH₃ in povečanega salda humusa, vpliv te preusmeritve okoljsko pozitiven. Ker so s to oceno podani temelji prilagoditvene opcije samo za en obrat, moramo omeniti, da lahko spremembe, kot na primer uporaba tržnega žita za proizvodnjo etanola in biomase (slama, celoten posevek žit – slama in zrnje, les) za proizvodnjo toplote, pokažejo popolnoma drugačen učinek na saldo hranil in humusa. To pa obenem pomeni, da mora biti takšno vrednotenje preusmeritvenih in prilagoditvenih strategij optimirano glede na obrat.

5 Literatura

Breitschuh, G., Eckert, H. 2006. Kriteriensystem Nachhaltige Landwirtschaft - Analyse und Bewertung der Nachhaltigkeit landwirtschaftlicher Unternehmen. Tagungsband, Wissenschaftliche Tagung 2006“ 22. – 26. Juni 2006 in Jena, Schriftenreihe der TLL, Heft 8: 7-24

Obnovljivi viri energije iz kmetijstva v Sloveniji

Zita FLISAR NOVAK¹

Izvleček

Povečanje rabe obnovljivih virov energije in zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov v ozračje je temeljna usmeritev na globalni in lokalni ravni. Lesna biomasa v Sloveniji, predstavlja drugi največji delež obnovljivih virov energije v primarni energetski bilanci. Kmetijstvo lahko prispeva k povečanju rabe obnovljivih virov energije in k zmanjšanju emisij toplogrednih plinov s pridelavo energetskih rastlin, predvsem oljne ogrščice za proizvodnjo biodizla ter s proizvodnjo elektrike in toplote iz bioplina.

Ključne besede: kmetijstvo, obnovljivi viri energije, biomasa, bioplin, biopogonska goriva.

Renewable Sources Of Energy In Slovenian Agriculture

Abstract

The increasing use of renewable sources of energy as well as the reduction of hotbed gases released into the atmosphere constitute the basic trend not only on the global level but also on the local one. In Slovenia wooden biomass takes the second place as regards the share of renewable sources of energy in primary balance of energy. Agriculture can contribute a great deal not only to increased application of renewable sources of energy but also to the reduction in release of hotbed gases into the atmosphere. This can be achieved by growing energy plants especially oil rape for the production of biodiesel as well as by the production of electricity and heat with the help of biogas.

Key words: : agriculture, renewable source of energy, biomass, biogas, biofuels

1 Uvod

Zelena knjiga z naslovom "K evropski strategiji za zanesljivost oskrbe z energijo" ugotavlja, da Evropska unija postaja vse bolj odvisna od zunanjih virov energije in da njena odvisnost lahko naraste do 70 % v 20 do 30 letih (v primerjavi s trenutno 50 % odvisnostjo). Zato poudarja potrebo, da se politiko ponudbe uravnava z jasnim ukrepanjem pri politiki povpraševanja ter poziva k dejanski spremembi obnašanja porabnikov za to, da se povpraševanje usmeri k porabi, ki bo bolj gospodarna, učinkovita in okolju prijazna, zlasti na področju prometa in stavb, ter da se pri oskrbi z energijo da prednost razvoju novih in obnovljivih virov, da bi se odzvali na izzive globalnega segrevanja.

Kmetijstvo se prilagaja izvajanju standardov za zmanjševanje emisij toplogrednih plinov in išče nove razvojne možnosti v pridelovanju biomase za energijo.

2 Material in metode dela

V prispevku smo zbrali pregled evropskih usmeritev in direktiv za izvajanje energetske strategije in programa razvoja podeželja. Povzeli smo strateške usmeritve iz nacionalnega energetskega programa in programa razvoja podeželja za obdobje 2006-2013 in ocenili potencialne možnosti uporabe biomase iz kmetijstva in gozdarstva pri proizvodnji energije v Sloveniji.

Za severovzhodno Slovenijo smo v okviru projekta RegioSustain na podlagi statističnih podatkov in geografsko - demografskih informacij ugotovili energetski status ter strateški potencial za uporabnost obnovljivih virov energije s poudarkom na biomasi.

¹ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijsko gozdarski zavod Murska Sobota, Štefana Kovača 40, 9000 Murska Sobota, e-pošta: zita.flisar-novak@gov.si

3 Rezultati z diskusijo

3.1 CILJI ZA UPORABO OBNOVLJIVIH VIROV ENERGIJE (OVE) SO DOLOČENI

Evropska unija že vrsto let posveča obnovljivim virom energije (OVE) posebno pozornost. V Zeleni knjigi iz leta 1996 je kot cilj opredelila podvojitev deleža primarne energije iz OVE v EU in to s 6% leta 1997 na 12% do leta 2010; z Belo knjigo iz leta 1998 pa je začrtala akcijski plan za uresničevanje tega cilja.

Akcijski načrt "Inteligentna energija – Evropa" za obdobje 2003–2006 predvideva ukrepe za spodbujanje in razvoj obnovljivih virov energije. Cilj tega programa je spodbujati učinkovite in inteligentne vzorce proizvodnje in porabe energije, ki temeljijo na trdnih in trajnostnih temeljih, z dviganjem ozaveščenosti, zlasti prek izobraževalnega sistema, s spodbujanjem izmenjav izkušenj in strokovnega znanja med glavnimi sodelujočimi akterji, podjetji in državljani na splošno, s podpiranjem akcij, namenjenih za večanje naložb v nastajajoče tehnologije, in s spodbujanjem razširjanja najboljših praks ter najboljših razpoložljivih tehnologij, kot tudi s promocijo na mednarodni ravni. Strateški cilji so usmerjeni na zmanjšanje emisij toplogrednih plinov in varnost energetske dobave ter povečano uporabo obnovljive energije. Skupni cilj Skupnosti je zmanjšanje energetske potrebe za 18% do leta 2010, da bi tako prispevali k izpolnitvi obveznosti EU v boju proti klimatskim spremembam, in izboljšali varnost energetske dobave.

Cilj EU je čim hitreje dati na trg izboljšane obnovljive energetske tehnologije in povezati obnovljive vire energije v energetska distribucijska omrežja in dobavne verige, na primer s podpiranjem zainteresiranih strank, ki se zavzemajo za ustanovitev "trajnostnih skupnosti", v katerih se uporablja visok odstotek obnovljivih energijskih zalog.

Principi za izvajanje energetske politike v Sloveniji so določeni v energetske zakon. Ministrstvo, pristojno za energijo, spremlja razvoj okolju prijaznih energijskih tehnologij ter v okviru svojih pristojnosti spodbuja uporabo le-teh pri oskrbi z energijo. Z ukrepi spodbujanja učinkovite rabe energije in uporabe obnovljivih virov energije prispeva k zmanjševanju emisij toplogrednih plinov in s tem k zmanjševanju učinkov tople grede ter k zmanjševanju emisij žveplovega dioksida, dušikovih oksidov, ogljikovega monoksida in prahu iz kurilnih naprav, kot to določajo predpisi s področja varstva okolja in ratificirani mednarodni sporazumi.

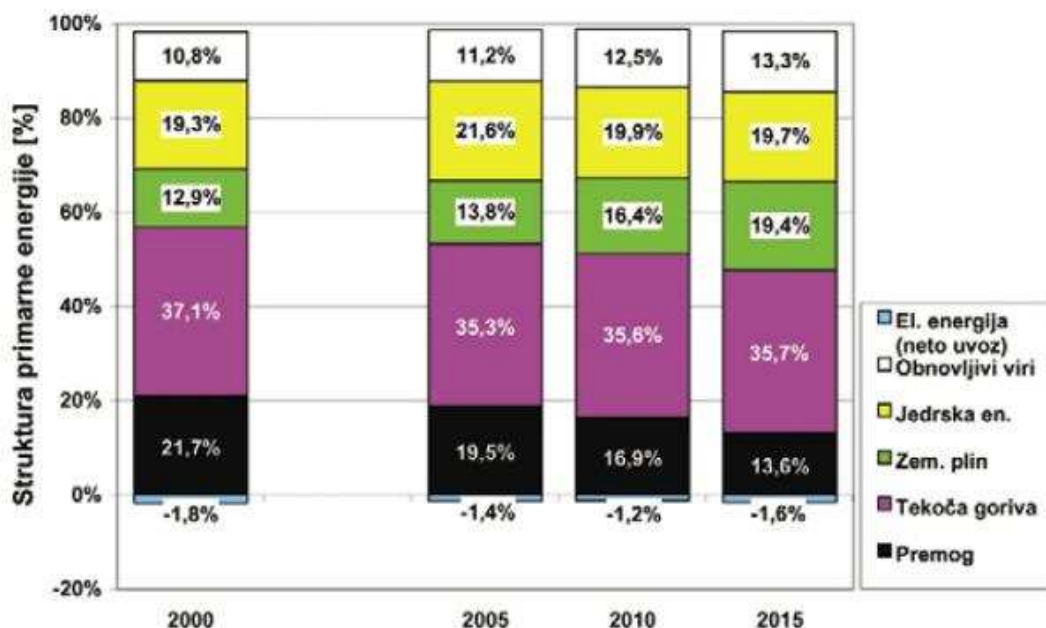
Temeljna usmeritev na področju OVE je doseganje 12-odstotnega deleža OVE v primarni energiji. V nacionalni energetske strategiji je opredeljeno povečanje deleža OVE pri oskrbi s toploto z 22% v letu 2002 na 25% do leta 2010, predvsem z zamenjavo tekočih goriv, dvig deleža električne energije iz OVE z 32% v letu 2002 na 33,6% do leta 2010, zagotovitev do 5% deleža biogoriv za transport do konca leta 2010.

Vodna energija predstavlja največji potencial obnovljivih virov energije za preskrbo z elektriko. Kot nadaljni pomembni obnovljivi vir energije se navaja biomasa, ki v celotni nacionalni energetske bilanci za leto 2000 znaša 3,9 %, težišče pa je predvsem na pridobivanju toplotne energije. Kot najboljšo možnost vidijo uporabo biomase (lesne), predvsem na področju individualnih kurišč in na področju mikrotoplotnih omrežij.

Ključni dejavnik razvoja gospodarstva na osnovi znanja je energija (Resolucija o Nacionalnem energetske programu (ReNEP), Uradni list RS 57/2004 z dne 27. 5. 2004). Izboljšati je treba razmerje med gospodarsko rastjo in rabo energije z izboljšanjem pretvorb različnih vrst energije v smeri blaginje prebivalstva kot skupnega imenovalca. Ravnanje z energijo ni odvisno le od tehnologij in tržnih signalov, temveč predvsem od vrednot posameznikov, življenjskih slogov, vedenja, informacij, motivacij in ravnanj institucij.

3.2 TOPLOTNA IN ELEKTRIČNA ENERGIJA IZ OBNOVLJIVIH VIROV

Osnovni cilj Republike Slovenije je povečanje deleža OVE pri oskrbi s toploto z 22% v 2002 na 25% do 2010. Proizvodnja toplote iz obnovljivih virov energije ima manjše vplive na okolje, omogoča izboljšanje lokalne kakovosti zraka, preprečuje oziroma upočasnjuje podnebne spremembe, povečuje zanesljivost oskrbe, pospešuje regionalni razvoj, razvoj podeželja ter ohranja in ustvarja delovna mesta. Za dvig deleža OVE pri oskrbi s toploto do leta 2010 bo treba povečati obseg obnovljivih virov v primarni energetske bilanci glede na leto 2002 za 4,0 PJ (10^{15} J), od česar odpade na lesno biomaso 3,1 PJ, na bioplin 0,4 PJ, na geotermalno energijo 0,4 PJ in druge OVE 0,1 PJ. Za povečanje rabe obnovljivih virov bo treba v obdobju 2004–2010 v gospodinjstvih letno instalirati okoli 1500 kotlov, 50 večjih kotlov in 3 do 5 daljinskih sistemov na lesno biomaso, vgraditi 10.000 m² sončnih kolektorjev in 500 toplotnih črpalk ter podpreti več projektov za izkoriščanje bioplina in geotermalne energije.

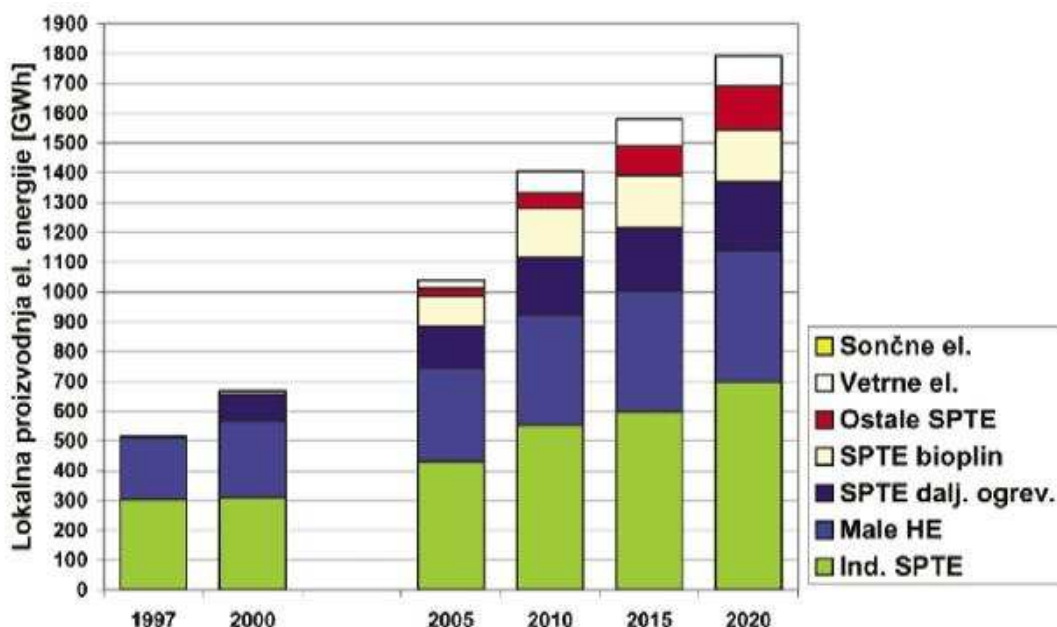


Slika 1: Struktura porabe primarne energije v letih 2000 in 2015

Lesna biomasa, neprimerna za industrijsko predelavo oziroma klasično kurjenje lesa v individualnih kuriščih in v industrijskih kotlih za energetske namene, predstavlja drugi največji delež OVE v primarni energetske bilanci. Raba lesne biomase v modernih individualnih in skupinskih napravah za ogrevanje in procesno toploto predstavlja tudi enega največjih potencialov za rabo OVE v Sloveniji. Za doseganje 25% deleža obnovljivih virov pri oskrbi s toploto do leta 2010 je treba izdati predpis o obvezni analizi možnosti uporabe biomase v sistemih daljinskega ogrevanja.

EU je sprejela posebno Strategijo za promocijo soproizvodnje - SPTE (soproizvodnja toplote in električne energije). V primerjavi z ločeno proizvodnjo električne energije in toplote ima soproizvodnja višji izkoristek pretvarjanja primarne energije goriva. Enote soproizvodnje so za razliko od velikih sistemskih elektrarn, manjše in so locirane bližje porabnikom, kar povzroči večjo zanesljivost oskrbe, zmanjševanje izgub pri transportu električne energije, manjšo potrebno sistemsko rezervo ter višjo zaposlenost.

Direktiva 2001/77/EC spodbuja proizvodnjo električne energije iz obnovljivih virov energije na notranjem trgu električne energije. Zaradi predvidene približno 2% letne rasti rabe električne energije bo potrebno izkoriščanje 20 do 50% trenutno evidentiranega tehničnega potenciala OVE (veter, male HE, bioplin, biomasa idr.) do leta 2015.



Slika 2: Skupna lokalna proizvodnja električne energije: stanje, projekcija do 2020

Velik napredek bo povzročila tudi okoljska IPPC Direktiva (Integrated Pollution Prevention and Control (Integrirano preprečevanje onesnaženja in nadzor) (dokončna implementacija 2007), ki opredeljuje najboljšo razpoložljivo tehnologijo za posamezno panogo (BAT) in optimalno oziroma referenčno porabo energije. BAT tehnologijam se bodo v Sloveniji prilagajale tudi velike prašičerejske farme, ki so največji potencial za pridobivanje bioplina.

3.3 BIOPOGONSKA GORIVA

V skladu z Direktivo 2003/30/ES o pospeševanju rabe biogoriv in drugih obnovljivih goriv v sektorju prevoza mora Slovenija do konca leta 2010 zagotoviti najmanj 5% goriv iz obnovljivih virov za pogon motornih vozil. Da bo Slovenija izpolnila obveznosti, ki jih omenjena direktiva nalaga državam članicam EU, bo morala zagotoviti 36.200 ton biodizla in 42.170 ton bioetanola.

V Sloveniji obstaja že kar nekaj proizvajalcev biodizla: Intercorn trading Gančani, Nafta Lendava, GEA, PINUS, Teol. Ocenjena kapaciteta je do 8.000 ton na leto, v Nafti Lendava pa načrtujejo 50.000 ton biodizla na letnem nivoju. Po ocenah je v Sloveniji na razpolago 6.000 do 7.000 ha njivskih površin, na kateri bi lahko z oljno ogrščico pridelali največ 8.400 ton olja, kar pomeni, da bo morala Slovenija zaradi izpolnjevanja zahtev Direktive 2003/30/ES uvažati surovine. V Tovarni sladkorja Ormož nameravajo proizvajati bioetanol, in sicer 50.000 m³/leto. Kot surovino bi uporabili melaso in žita. Potrebovali bi 133.000 ton žita (45.000 ha njiv) na leto. V Sloveniji zaradi majhnosti in razdrobljenosti kmetij ne morejo računati na dovolj surovin, ampak na uvoz.

3.4 POTENCIAL BIOMASE IZ KMETIJSTVA IN GOZDARSTVA ZA ENERGIJO V SLOVENIJI

Kmetijska zemljišča na površini 648.113 ha predstavljajo 32 odstotkov celotnega državnega ozemlja, gozdovi na 1.213.424 ha pa okoli 60 odstotkov. Zadnja desetletja je prisoten stalen trend povečevanja površin v zaraščanju. V strukturi rabe kmetijskih zemljišč zavzemajo največji delež trajni travniki in pašniki, sledijo jim njive ter trajni nasadi (preglednica 1).

Preglednica 1: Dejanska raba kmetijskih zemljišč in gozdov v Sloveniji (MKGP, 2005)

Raba zemljišč	Površina (ha)	Delež (%)
Gozd	1.213.424	59,8
Ostala zemljišča	165.837	8,2
Kmetijska zemljišča	648.113	32
Njive in vrtovi	196.204	9,7
Travniki in pašniki	353.901	17,5
Trajni nasadi	54.649	2,7
Ostala kmetijska zemljišča	43.360	2,1

V slovenskem prostoru prevladuje majhna posestna in razdrobljena parcelna struktura. Dobrih 77.000 kmetijskih gospodarstev obdeluje 720.000 enot rabe in redi 422.000 GVŽ. 85 % kmetijskih zemljišč je na območjih z omejenimi dejavniki in dobra polovica na zavarovanih območjih. Njiv je malo, le-te se razprostirajo pretežno v SV Sloveniji. Glavni poljščini sta koruza in pšenica. Čeprav zavzemata skoraj dve tretjini vseh njivskih površin, je stopnja samooskrbe z žitom v povprečju zadnjih pet let znašala 50%. Prireja mesa govedi se giblje blizu 100% stopnje samopreskrbe, medtem ko je stopnja samopreskrbe s prašičjim mesom okrog 80% in s perutnino nad 100%. Pri takem obsegu reje poraba žit močno presega domačo pridelavo. Večina žit se v Sloveniji porabi za krmo. Za pridelovanje biomase za energijo ostajajo na razpolago le površine v prahi, ostale so potrebne za pridelavo kruha in osnovne energetske krme za prehrano živali, predvsem prašičev, perutnine in govejih pitancev.

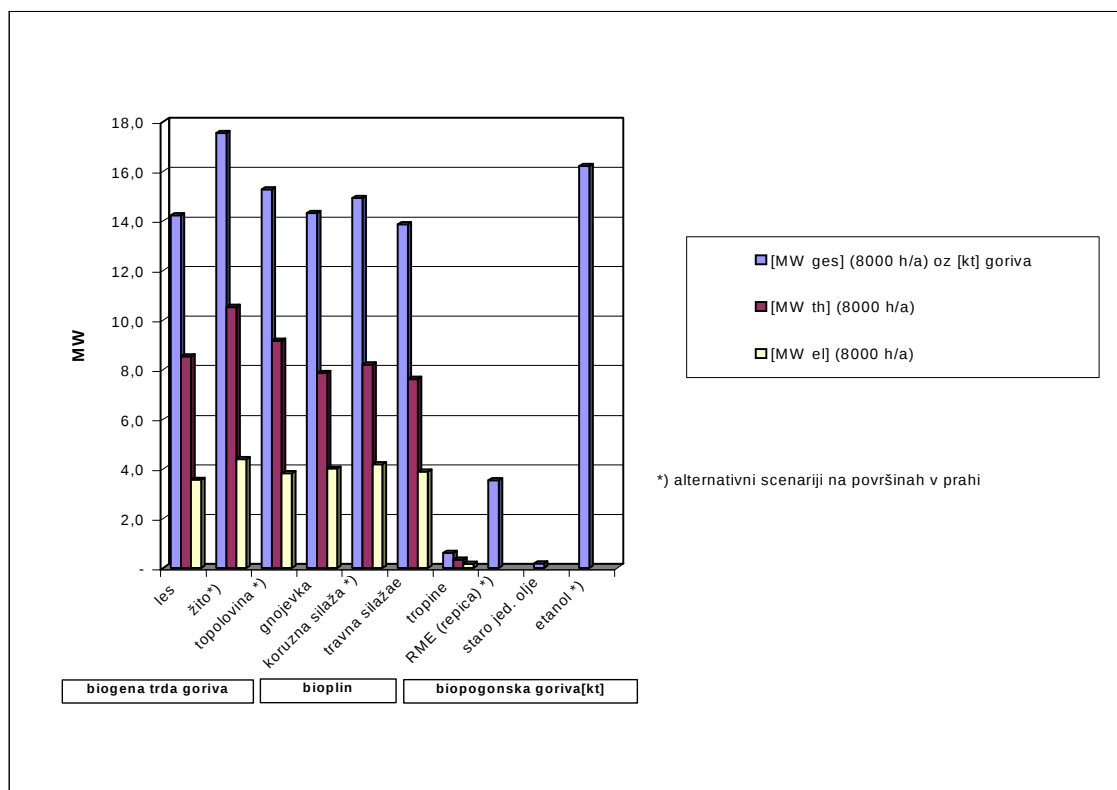
Stalež živine v zadnjih letih rahlo upada in z njim izpusti toplogrednih plinov. Emisije metana pri skladiščenju živinskih gnojil je mogoče zelo zmanjšati z bioplinskimi napravami. Zaradi razdrobljenosti kmetijstva po grobih ocenah lahko izkoristimo le 10 odstotkov potenciala v govedoreji in eno tretjino v prašičereji. Potencial za pridobivanje bioplina iz živalskih odpadkov je po podatkih Centra za energetske učinkovitost 512 TJ/leto v govedoreji, 397 TJ/leto v prašičereji in 178 TJ/leto v perutninarstvu (TJ – tera Joule = 10^{12} J, enota za merjenje toplote je Joule (J), 1MJ=0,278 kWh).

Novi ukrepi za posodabljanje in prestrukturiranje kmetijstva bodo usmerjeni v tehnološko prilagajanje standardom EU. Posebne pozornosti bo deležno tudi pridobivanje surovin za obnovljive vire energije iz kmetijskih rastlin in gozda. Pridobivanje energije iz obnovljivih virov do 1MW nazivne moči kotla ali generatorja se šteje za dopolnilno dejavnost na kmetiji, kjer mora nosilec dejavnosti zagotoviti 20% lastnih surovin. Prednostna naloga v programu razvoja podeželja za obdobje 2007-2013 bo namenjena povečanju gospodarske učinkovitosti pri gospodarjenju z gozdovi in povečanju gospodarske vrednosti gozdov.

V skladu z nacionalnim energetskega programom se pripravlja predpis za izdelavo lokalnih energetskega konceptov, ki bo uvažal obvezno načrtovanje in obvezne vsebine lokalnih energetskega konceptov ter predpis, ki bo opredeljeval območja, kjer je obvezna analiza možnosti rabe biomase v sistemih daljinskega ogrevanja.

3.5 POTENCIAL BIOMASE ZA ENERGIJO V SV SLOVENIJI

V okviru projekta Od biomase do energije (RegioSustain–Interreg IIIC) je za SV Slovenijo izračunan potencial biomase iz kmetijstva in gozdarstva. Študija je narejena za pretežno kmetijsko območje med reko Dravo in Muro in za Prekmurje. Upoštevani teoretični energetske potenciali s površine 63.000 ha gozdov, 58.000 ha njiv, 25.000 ha travnikov in 5.000 ha trajnih nasadov in 80.000 GVŽ so osnova za predvidene tehnične potenciale.



Slika 3: Tehnični potencial obnovljivih virov energije (MW) v SV Sloveniji

Tehnični potencial za biogena trda goriva je ovrednoten na 14 MW letne kapacitete za celotno količino energije. Kar pomeni, da bi teoretično za vsako upravno enoto (8 UE) lahko bila zgrajena ena večja naprava za proizvodnjo toplotne energije, ki bi delovala na osnovi lokalnih trdih goriv (lesna biomasa-sekanci). Potencial biomase iz kmetijskih površin je nekoliko višji, vendar je to le alternativni scenarij, kajti žita so osnovna energetska krma za ljudsko prehrano in prehrano živali ter poraba močno presega domačo pridelavo. Topolovine v prahi pa itak nimamo.

Potencial za lokalno proizvodnjo bioplina nudijo predvsem velike prašičerejske farme. Z razpoložljivim potencialom bi v SV Sloveniji lahko imeli 7 bioplinskih naprav s skupno zmogljivostjo 20,4 MW, od tega 5,7 MW električne in 11,2 MW toplotne energije, kar ustreza za preskrbo cca. 7.600 gospodinjstev z elektriko in cca. 6000 gospodinjstev s toploto.

Potencial za biopogonska goriva nudijo površine za pridelavo energetskih rastlin, kot so oljna ogrščica, sončnice, sirek in soja v prahi, to je okrog 2.000 ha, kar pa se lahko podvoji.

4 Sklepi

Povečanje rabe obnovljivih virov energije in zmanjšanje izpustov toplogrednih plinov bo potrebno izvajati na globalni in na lokalni ravni.

Ogromen obseg obnovljivih virov energije predstavljajo gozdovi, saj je z njimi pokritih skoraj dve tretjini slovenskega ozemlja. Lesna biomasa je najpomembnejši vir rabe obnovljivih virov energije za pridobivanje toplotne energije.

Bioplinske naprave so trenutno najprivlačnejši sistemi za obnovljive vire energije iz kmetijstva in predstavlja tudi največjo verjetnost za realizacijo v Sloveniji, predvsem na velikih farmah, ki se bodo morale prilagoditi IPPC direktivi.

Rezervnih njivskih površin za pridelavo energetskih rastlin, predvsem koruze, ki veže največ energije sonca, pri 50%-ni samopreskrbi z žiti, ni na razpolago.

Alternativne energetske rastline so na majhni in razdrobljeni posesti bolj slaba perspektiva slovenskega kmetijstva, kajti v energetskega sektorju vlada ekonomija obsega.

Oljna ogrščica bo glavna energetska rastlina za pridobivanje biodizelskega goriva, obseg pridelave se lahko poveča na 7.000 ha, pretežno na površinah v prahi.

Velik potencial biomase na 300.000 ha neintenzivnih, travnatih, marginalnih kmetijskih zemljišč na zavarovanih območjih Natura 2000 ostaja nenačrtovan in neizkoriščen tako v nacionalnem energetskega programu kot v programu razvoja podeželja.

Razpoložljive potencialne biomase za energijo bo potrebno ovrednotiti v posamezni regiji.

5 Literatura

- European Commission. 1997. Energy for the future: renewable sources of energy, Bela knjiga za strategijo Skupnosti in akcijski načrt, com(97)599 final, Brussels, 26/11/1997
- European Commission. 2000. Towards a European strategy for the security of energy supply, Green Paper, communication from the commission to the council and the european parliament, com(2000)769, Brussels, 29.11.2000
- European Commission. 2001. Directive 2001/77/ec of the european parliament and of the council of 27 September 2001 on the promotion of electricity produced from renewable energy sources in the internal electricity market, Official Journal of the European Communities L 283, Brussels: 33-40
- European Commission. 2003. Directive 2003/30/ec of the european parliament and of the council of 16 December 2002 on the promotion of the use of biofuels or other renewable fuels for transport, Official Journal of the European Communities L 123, Brussels: 42-46
- Handreichung Biogasgewinnung und nützung. 2005. Institut für Energetik und Umwelt gGmbH Leibzig. Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft Braunschweig. Kuratorium für Technik und Buwesen in der Landwirtschaft e.V. Herausgeber: Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e.V. Gülzow: 231 s.
- Kocjan Ačko, D. 2006. Pomen energetskih rastlin za proizvodnjo goriv. Sejalec, Semenarna Ljubljana, avgust 2006: 4-9
- Program pospeševanja energetskega izkoriščanja bioplina. 2000. Institut Jožef Štefan. Center za energetskega učinkovitost. Slovenski e-forum, Ljubljana 2000
- Program razvoja podeželja Republike Slovenije za obdobje 2007–2013. 2006. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ljubljana, dokument v pripravi, www.mkgp.gov.si/
- Projekt RegioSustain, Interreg IIIC. 2005. Analiza uporabe obnovljivih virov energije v SV Sloveniji. B+B Beratung und Bildung Mauritsch KEG Graz, avgust 2005: 34 s.
- Resolucija o Nacionalnem energetskega programu (ReNEP), Uradni list RS 57/2004 z dne 27. 5. 2004
- Volk, T., Zagorc, B. 2005. Ocena stanja v slovenskem kmetijstvu v letu 2004. Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za ekonomiko, Ljubljana, julij 2005

Primerjava nekaterih uporabnih karakteristike motorja traktorja pri uporabi biodizla, izdelanega v pogojih decentralizirane proizvodnje in mešanic z mineralnim dizelskim gorivom

Tone GODEŠA¹, Tomaž POJE¹, Viktor JEJČIČ²

Izvleček

Za vrednotenje vpliva biogoriv na uporabne karakteristike dizelskega motorja traktorja, smo uporabili biodizel (B100), izdelan v pogojih decentralizirane proizvodnje, mineralno dizelsko gorivo (D2) standardne kakovosti ter mešanici z 20% biodizla (B20) in 50% biodizla (B50). Merili smo navor na priključni gredi traktorja AGT 835 v odvisnosti od vrtilne frekvence pri polni obremenitvi in porabo goriva. Za obravnavo smo iz merjenih parametrov izračunali še moč in specifično porabo goriva. Največjo nazivno moč daje motor pri uporabi B100 goriva in je za 12% večja kot pri uporabi D2 goriva. Največjo maksimalno moč razvije motor pri uporabi D2 goriva, najmanjšo, za 2,5% manjšo, pa pri uporabi B100. Največji nazivni in maksimalni navor doseže motor pri uporabi B100 goriva, in sta za 11% oziroma 1% večja kot pri uporabi D2 goriva. Največjo elastičnost 52% in najmanjše zmanjšanje vrtilne frekvence 33% doseže motor pri uporabi B20 goriva. Z večanjem deleža biodizla v gorivu pa se elastičnost zmanjšuje, zmanjšanje vrtilne frekvence pa povečuje. Specifična poraba goriva je pri maksimalni moči in pri uporabi goriv B20, B50 in B100 za 1,7%, 4,8% in 10,8% večja kot pri uporabi D2 goriva, pri maksimalnem vrtilnem momentu pa večja za 3,6%, 5,9% in 6,5%, v primerjavi z D2 gorivom.

Ključne besede: biodizel, karakteristike motorja, elastičnost motorja, specifična poraba goriva

Characteristics of tractor engine using biodiesel from decentralized production and blends with mineral diesel fuel

Abstract

For the evaluation of some tractor diesel engine characteristics, biodiesel from decentralized production (B100), mineral diesel fuel (D2) and blends with 20% of biodiesel (B20) and with 50% of biodiesel fuel (B50) were introduced in research. The torque and rotational speed were measured on PTO shaft of tractor AGT 835 at full throttle and stepwise increasing load. The power and specific fuel consumption were calculated from measured values of torque, speed and required time for 100 ml fuel consumption. The highest rated power using B100 is 12% higher then using D2, but maximal power is at using D2 fuel. At using B100 the maximal power is the lowest and is about 2.5% lower then at using D2. The highest rated and maximal torque give engine at using B100 and are 11% and 1% higher then at using D2. The highest torque increase of 52% and consecutive speed drop of 33% is at using B20 blend. Higher portion of biodiesel in blended fuel was decreasing torque increase and increasing speed drop of tested engine. Specific fuel consumption using B20, B50 and B100 was in comparison with D2 higher for 1.7%, 4.8%, and 10.8% at maximal power and for 3.6%, 5.0% and 6.5% at maximal torque respectively.

Key words: biodiesel, engine characteristics, torque increase, specific fuel consumption

1 Uvod

V nekaterih državah že danes, v drugih pa bo v bližnji prihodnosti igral biodizel pomembno vlogo pri nadomeščanju oziroma dopolnjevanju preskrbe z tekočimi energenti. Predstavlja tudi možnost za konkreten prispevek k varovanju okolja, tako pri pridelavi surovine kot pri emisijah izpušnih plinov. S pridelavo oljne ogrščice se lahko izboljša raba in rodnost tal, še

¹ Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana

² Dr., prav tam

posebno v kolobarju z žitom in sladkorno peso ali drugimi poljščinami za pridelavo hrane, krme ali biomase kot energetskega vira (B 2005). Naslednji pozitivni učinek pridobivanja in uporabe biodizla je zaključen krog CO₂ in zmanjšane emisije ostalih toplogrednih plinov in sajastih delcev. Zaradi domače pridelave olja in izdelave biodizla se zmanjša odvisnost države od uvoza energentov in poveča pomen kmetijstva v celotnem gospodarstvu države (D 2005). Biodizel se lahko uporablja kot neposredna zamenjava za mineralno dizelsko gorivo, ali pa kot komponenta pri mešanju z mineralnim dizelskim gorivom v poljubnem razmerju. Iz tega sledi bistvena prednost uporabe biodizla pred ostalimi alternativnimi viri energije, to je možnost takojšnje uporabe za pogon vozil. Ni potrebno izvajati sprememb na dizelskih motorjih in na sistemih za transport in distribucijo goriva. Razvoj ostalih alternativnih virov energij (gorivne celice, vodik...) še ni dosegel take stopnje, da bi bili ti viri široko uporabljivi že danes brez večjih sprememb vozil in drugih uporabniških sistemov. Lahko pa bodo ti viri energije v prihodnosti igrali pomembno ali pa celo glavno vlogo pri energetski oskrbi.

V zadnjih letih se močno povečuje proizvodnja biodizla iz svežih in rabljenih rastlinskih olj in živalskih maščob. Glavni porabniki v tujini so vozila in drugi delovni stroji v kmetijstvu, gozdarstvu in komunalni dejavnosti, še posebno tisti, ki delajo v vodovarstvenih območjih. Vedno večji pomen dobiva uporaba biodizla tudi za pogon vozil v javnem prometu.

V Sloveniji je velikost kmetij sorazmerno majhna, posest je razdrobljena in velik del površin leži v območjih z omejenimi možnostmi pridelave. Ena od možnosti za dopolnilno dejavnost na takih kmetijah je tudi pridelava oljnic in stiskanje olja za biodizel v smislu decentralizirane proizvodnje.

Manjše proizvodne enote so bolj prilagodljive, zahtevajo manjša zagonska sredstva, imajo manjši negativni vpliv na okolje in manjšo porabo energije, tudi do šestkrat manjšo kot veliki industrijski obrati (C 2005). Pomanjkljivost decentralizirane proizvodnje olja ali biodizla pa je zagotavljanje stalne ravni kakovosti, ki jo določa standard.

V raziskavi smo želeli ugotoviti, kakšen je vpliv uporabe biodizla in različnih mešanic z mineralnim dizelskim gorivom na nekatere uporabne karakteristike traktorskega motorja.

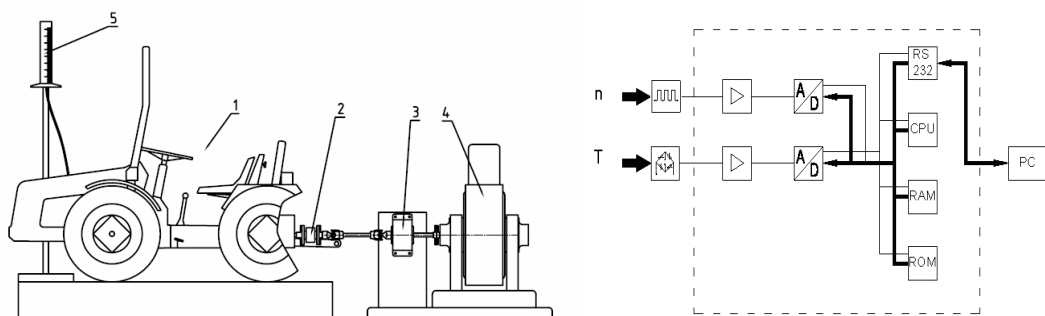
2 Material in metode

Za proučevanje vpliva uporabe biodizla in različnih mešanic s plinskim oljem na uporabne karakteristike motorja smo uporabili traktor Agromehanika AGT 835. To je manjši traktor z izodiametralnimi kolesi, ki je namenjen za delo v poljedelstvu, sadjarstvu, vrtnarstvu, vinogradništvu, komunalni... V traktor je vgrajen vodno hlajeni trivaljni dizelski motor, ki preko mehanskega menjalnika s šestimi prestavami za vožnjo naprej in tremi za vzvratno vožnjo poganja vsa štiri kolesa. Traktor je opremljen s hidravličnim tritočkovnim priključnim drogovjem in priključno gredjo z vrtilno frekvenco 540 in 1000 o/min. Tehnični podatki motorja so podani v preglednici 1.

Preglednica 1: Tehnični podatki motorja

Proizvajalec	LOMBARDINI	Kompresijsko razmerje	22:1
Tip	LDW1503	Nazivna vrtilna frekvenca	3000 min ⁻¹
Št. valjev	3	Nazivna moč	26.4 kW (ISO 1885)
Del. prostornina	1551 cm ³	Nazivni navor	84,5 Nm
Premier valja	88 mm	Največji navor	95,4 Nm pri 2100 min ⁻¹
Hod bata	85 mm	Min. spec. poraba goriva	268 g/kWh pri 2400 min ⁻¹

Motor traktorja smo preko priključne gredi obremenjevali s hidravlično zavoro HP Andersen. Vrtilno frekvenco in navor na priključni gredi smo merili s pomočjo dinamometra HBM T 30 FN, ki je bil preko merilnih ojačevalnikov HBM MD in Spider 8 povezan z osebnim računalnikom. Merjene vrednosti navora in vrtilne frekvence priključne gredi in izračunane vrednosti moči so bile vzorčene s frekvenco 10 Hz (10 meritev na sekundo). Porabo goriva smo določali na podlagi meritve potrebnega časa, v katerem je motor porabil 100 ml goriva. Prestavno razmerje med motorjem in priključno gredjo je 4,438, kar pomeni, da se pri nazivni vrtilni frekvenci motorja 3000 min^{-1} vrti priključna gred z 676 min^{-1} . Skica merilnega sistema in merilne verige je prikazana na sliki 1.



Slika 1: Merilni sistem in merilna veriga (1. traktor, 2. dinamometer-tahometer, 3. reduktor, 4. hidravlična zavora, 5. merilni valj)

V poskusu smo uporabili 4 vrste goriva in sicer: biodizel, proizveden v pogojih decentralizirane proizvodnje (B100), mešanico 20% biodizla in 80% mineralnega dizelskega goriva (B20), mešanico 50% biodizla in 50% mineralnega dizelskega goriva (B50), in mineralno dizelsko gorivo (D2) standardne kakovosti, kot referenčno gorivo. Temperatura goriva in zraka je bila 20°C . Analize goriva so bile opravljene v akreditiranem laboratoriju firme PETROL v skladu s standardiziranimi testnimi metodami.

Biodizel ne ustreza popolnoma zahtevam standarda EN 14214; prevelika je viskoznost ter vsebnost vode in nečistoč. Tudi drugi avtorji navajajo, da je velikokrat težko doseči mejne vrednosti, ki jih določa standard (Rice et al., 1997; Groschen, 2002; Korus et al., 2002). Biodizel ima manjšo energetska vrednost kot mineralno dizelsko gorivo (Liljedahl et al., 1989; Srivastava et al., 1996; Pavletič, 2000). Kurilnost (spodnja kurilna vrednost) mineralnega dizelskega goriva je med 36 in 45 MJ/kg, biodizla pa med 37 in 41 MJ/kg. Kurilnost goriva ni konstantna, ampak je odvisna od kvalitete, čistosti, vsebnosti vode, dobavitelja... (Booz, 2002; Hofman, 2003; A, 2005; B, 2005; D, 2005). Zgorevalna toplota (zgornja kurilna vrednost) biodizla (B100) je bila izmerjena, vrednosti mešanic pa izračunane še na podlagi zgorevalne toplote D2, volumskega mešalnega razmerje in gostote. Vrednosti so predstavljene v preglednici 2.

Pred začetkom meritev smo pustili teči motor eno uro, da so vsi deli motorja in tekočine dosegli delovno temperaturo. Pred vsako meritvijo z novim gorivom je motor z vključeno priključno gredjo in vsem merilnim sistemom pri sproščeni zavori deloval 10 minut pri polnem plinu. Nato se je začela dve minuti dolga meritev navora in vrtilne frekvence na priključni gredi pri nastavljeni obremenitvi in polnem plinu. Med tem časom smo merili čas, ki je bil potreben za porabo 100 ml goriva. Prva meritev je bila izvedena brez zaviranja (navor zavore nastavljen na 0), obremenilni navor je bil samo zaradi trenja med gibajočimi deli.

Naslednja meritev (2 min.) je bila izvedena s tolikšnim zaviranjem, da se je vrtilna frekvenca priključne gredi zmanjšala za 100 min^{-1} . Tako smo povečevali obremenitev in izvedli 7 meritev z vsakim gorivom. Pri vseh meritvah je bil plin motorja maksimalno odprt. Po opravljeni meritvi z enim gorivom je bilo to iztočeno iz sistema (cevi, filtri). Natočili smo novo gorivo in pustili, da je preko sistema za odzračevanje izteklo več kot 2 l novega goriva. Nato smo začeli novo meritev z predhodnim 10 minutnim ogrevanjem, in nadaljevali postopek meritve, kot je opisano zgoraj.

Preglednica 2: Lastnosti uporabljenega biodizla B100

Parameter	Enota	Testna metoda	Meje EN 14214	B100
Gostota pri 15°C	kg/m ³	SIST EN ISO 12185	860 – 900	890,9
Kinematična viskoznost pri 40 °C	mm ² /s	SIST EN ISO 3104	3,5 – 5,0	10,12
Plamenište	°C	SIST EN 2719	nad 101	154
Skupne nečistoče	mg/kg	SIST EN 12662	max. 24	28
Vsebnost vode	mg/kg	SIST EN ISO 12937	max. 500	> 1000
Zgorevalna toplota	J/g	mod. DIN 51900		40172
Vsebnost fosforja	mg/kg	PML 07.30		< 5

Preglednica 3: Gostote in zgorevalne toplote uporabljenih goriv

Gorivo	D2	B100	B50	B20
Gostota [kg/m ³] (SIST EN ISO 12185)	850,0	890,9	870,5	858,2
Zgorevalna toplota [MJ/kg] (mod. DIN 51900)	45,8	40,2	42,9	44,6
Razlika zgorevalne toplote glede na D2 [%]		-12,3	-6,3	-2,6

Na podlagi izmerjenih vrednosti navora in vrtilne frekvence na priključni gredi in časa za porabo 100 ml goriva smo izračunali še moč ter absolutno in specifično porabo goriva. Na podlagi teh parametrov traktorja oz. motorja smo izvedli vrednotenje uporabnih karakteristik motorja traktorja pri uporabi različnih goriv.

3 Rezultati z diskusijo

Glavni cilj raziskave je bil ugotoviti, če so in kolikšne so razlike med uporabnimi karakteristikami motorja pri uporabi različnih goriv. Pri tem moramo poudariti, da so bile meritve navora oziroma moči izvedene na priključni gredi traktorja in ne na glavni gredi motorja, zato je pričakovati razlike glede na vrednosti, katere navaja proizvajalec motorja.

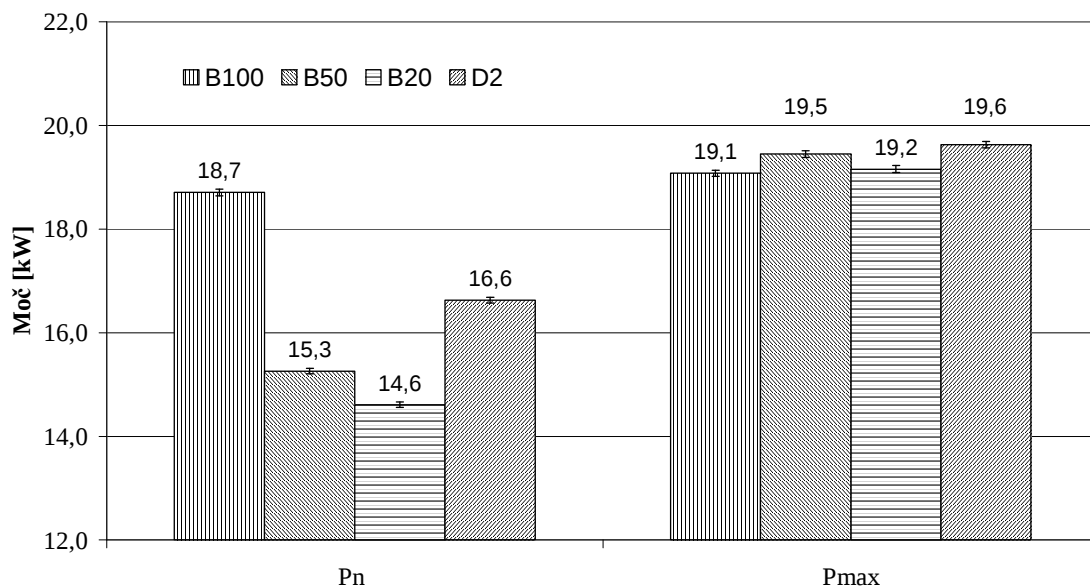
3.1 MOČ

Primerjali smo dve vrednosti moči na priključni gredi in sicer moč pri nazivni vrtilni frekvenci motorja (3000 min^{-1} oziroma 676 min^{-1} na priključni gredi) in maksimalno moč pri uporabi vseh štirih goriv.

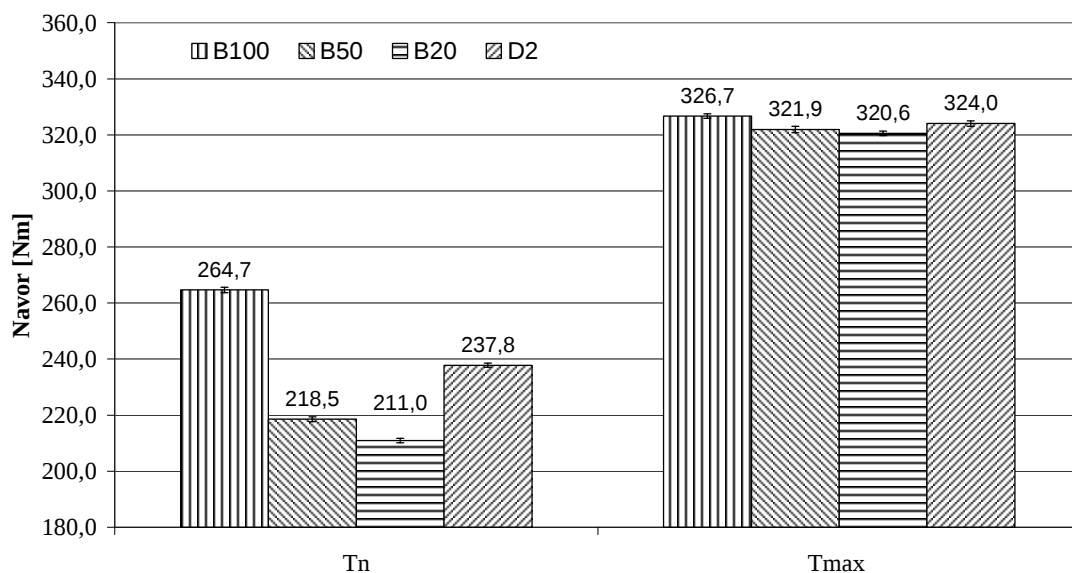
Največjo nazivno moč doseže motor pri uporabi biodizla (B100) in je za dobrih 12% večja kot pri uporabi D2 goriva. Nazivna moč motorja pri uporabi mešanic B20 in B50 pa je za 12% oz. 8% manjša kot pri uporabi D2 goriva. Največjo moč motor doseže pri uporabi D2 goriva, pri uporabi B100 pa je največja moč motorja za okrog 2,5% manjša. Razlike pri primerjavi maksimalnih moči niso tako velike kot pri primerjavi nazivnih moči.

3.2 NAVOR

V splošnem so razlike podobne kot pri primerjavi moči. Nazivni navor na priključni gredi pri uporabi goriva B100 je za dobrih 11% večji kot pri uporabi D2 goriva. Nazivni navor pri uporabi mešanic pa je manjši kot pri uporabi D2 goriva. Maksimalni navori na priključni gredi traktorja so bolj izenačeni. Največji je pri uporabi B100 goriva in sicer je za slab procent večji kot pri uporabi D2. Pri uporabi mešanic pa je maksimalni navor nekoliko manjši.



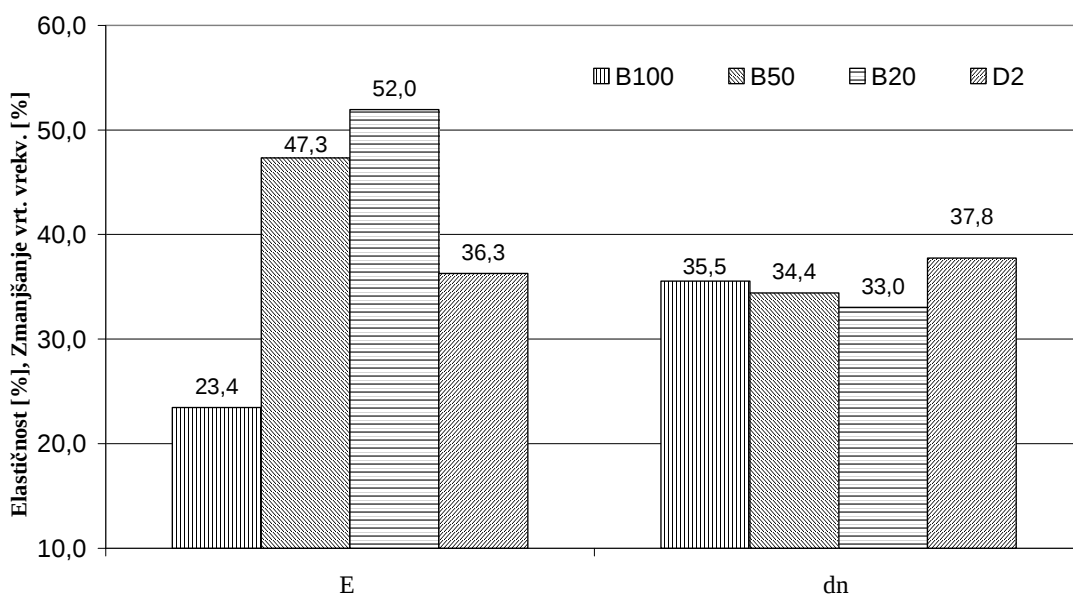
Slika 2: Nazivna moč (Pn) in maksimalna moč (Pmax) na priključni gredi pri uporabi različnih goriv z intervalom zaupanja za srednjo vrednost ($\alpha = 0,05$)



Slika 3: Nazivni (Tn) in maksimalni (Tmax) navor na priključni gredi pri uporabi različnih goriv z intervalom zaupanja za srednjo vrednost ($\alpha = 0,05$)

3.3 PORAST NAVORA ALI ELASTIČNOST (E) IN ZMANJŠANJE VRTILNE FREKVENCE (DN)

Elastičnost motorja in odgovarjajoče zmanjšanje vrtilne frekvence sta zelo uporabni karakteristiki za primerjavo različnih režimov delovanja motorja ali različnih motorjev. Elastičnost motorja namreč pove, kolikšno je lahko največje povečanje navora oziroma obremenitve motorja glede na nazivno vrednost navora, da pri tem ne pride do zadušitve oz. ugašanja. Elastičnost se podaja v odstotkih in predstavlja relativno povečanje navora od nazivnega do maksimalnega, glede na nazivni navor. Pri porastu navora ob povečani obremenitvi pa je zaželeno, da se vrtilna frekvenca ne zmanjša preveč, ker v nasprotnem primeru nekateri priključni stroji ne morejo zadovoljivo opravljati svojega dela. Največjo elastičnost smo izmerili pri uporabi B20 goriva, in sicer za 43% večjo kot pri uporabi D2 goriva. To je posledica sorazmerno majhnega nazivnega navora pri uporabi B20 goriva. Z večanjem deleža biodizla v gorivu pa se elastičnost motorja zmanjšuje. Pri uporabi B100 pa je elastičnost najmanjša, vendar še vedno dobrih 23%. Tudi zmanjšanje vrtilne frekvence motorja pri porastu navora je najmanjše (33%) pri uporabi B20 in narašča z večanjem deleža biodizla v gorivu. Največje zmanjšanje pa smo izmerili pri uporabi D2 goriva (skoraj 38%).



Slika 4: Elastičnost motorja (E) in zmanjšanje vrtilne frekvence (dn) pri uporabi različnih goriv

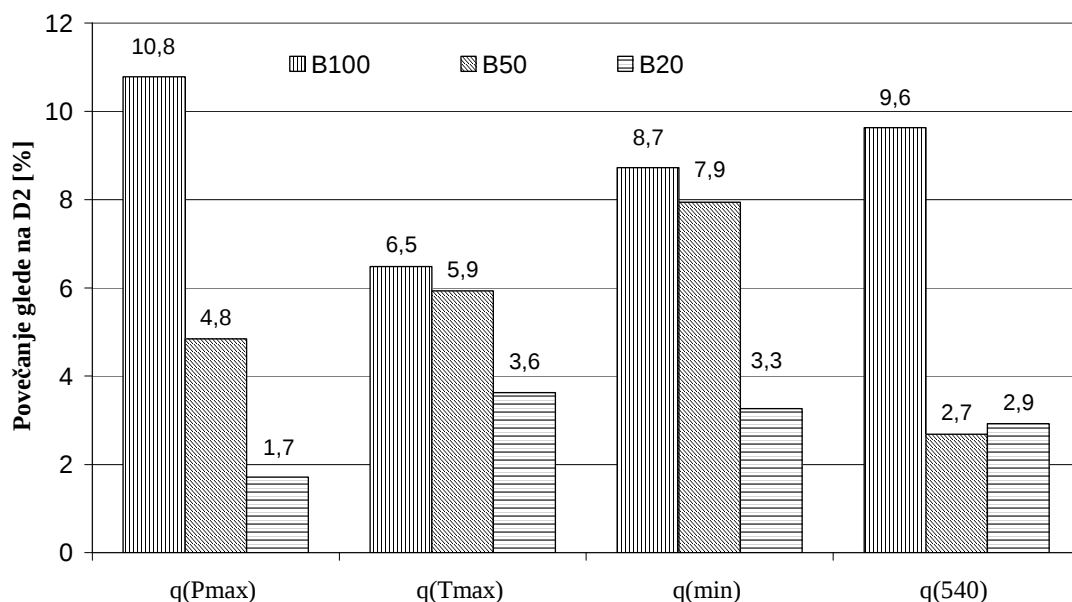
3.4 SPECIFIČNA PORABA GORIVA

Najmanjša specifična poraba goriva je pri uporabi D2 goriva, in se nato povečuje z deležem biodizla v gorivu in je pri uporabi B100 za 8,7% večja kot pri D2 gorivu. Največji vpliv dodanega biodizla se kaže pri specifični porabi goriva pri maksimalni moči motorja, najmanjši pa pri maksimalnem navoru. Povečanje specifične porabe goriva pri maksimalni moči in pri uporabi B100 glede na D2 gorivo, je za slabih 11%, kar je nekoliko manj, kot je manjša zgorevalna toplota biodizla od energetske vrednosti mineralnega dizelskega goriva (12,3%).

4 Sklepi

Pri uporabi čistega biodizelskega goriva ali njegovih mešanic z mineralnim dizelskim gorivom se spremenijo uporabne karakteristike dizelskega motorja v primerjavi z uporabo

čistega D2 goriva. Glavni vzrok je manjša energetska vrednost biodizla in razlike v drugih fizikalnih in kemičnih lastnostih. Zgorevalna toplota uporabljenega biodizla je za 12,3% manjša od zgorevalne toplote mineralnega dizla.



Slika 6: Relativno povečanje specifične porabe goriva pri uporabi biogoriv v primerjavi s porabo pri uporabi D2, pri nekaterih karakterističnih točkah delovanja motorja

Maksimalna moč motorja je manjša pri uporabi biodizla in mešanic, nazivna moč pa je pri uporabi B100 večja, pri uporabi mešanic pa manjša kot pri uporabi D2 goriva.

Maksimalni in nazivni navor sta pri uporabi B100 večja kot pri uporabi D2, pri uporabi mešanic pa je maksimalni in nazivni navor motorja manjši.

Elastičnost motorja je pri uporabi B100 manjša, pri uporabi mešanic pa večja kot pri D2.

Zmanjšanje vrtilne frekvence pa je pri uporabi biogoriv manjše kot pri D2.

Specifična poraba goriva je z večanjem biodizla v uporabljenem gorivu večja, kar je neposredno povezano z manjšo zgorevalno toploto biodizla.

5 Literatura

- A. 2005. Energy content, http://www.biodiesel.org/pdf_files/fuelfactsheets/BTU_Content_Final_Oct2005.pdf
- B. 2005. Biodiesel production, http://www.esru.strath.ac.uk/EandE/Web_sites/02-03/biofuels/quant_biodiesel.htm
- Booz, A. 2002. Biodiesel, <http://www.bestbiofuels.com/biodiesel.html>.
- C. 2005. Equipment for decentralised cold pressing of oil seeds, http://www.folkecenter.dk/plant-oil/publications/efdcpos_html/Rape_Seed_Oil_Web_1.html
- D. 2005. Using Biodiesel in Vehicles, U.S. Department of energy, Alternative fuels data center. http://www.eere.energy.gov/afdc/afv/bio_vehicles.html
- Groschen, R. 2002. The Feasibility of Biodiesel from Waste/Recycled Greases and Animal Fats, Marketing Services Division, Minnesota Department of Agriculture
- Hofman, V. 2003. Biodiesel fuel, <http://www.ext.nodak.edu/extpubs/ageng/machine/ae1240.pdf>
- Korus, R. A., Hoffman, D. S., Barn N., Peterson, C. L., Drown, D. C. 2004. Transesterification process to manufacture ethyl ester of rape oil, Department of Chemical Engineering, University of Idaho

- Liljedahl, J. B., Turnquist, P. K., Smith, D. W., Hoki, M. 1989. Tractors and their power units. New York, An AVI Book
- Pavletič, R. 2000. Motorji z notranjim zgorevanjem. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za strojništvo
- Rice, B., Frohlich, A., Leonard, R., Korbitz, W. 1997. Bio-diesel Production based on Waste Cooking Oil: Promotion of the Establishment of an Industry in Ireland, Agriculture and Food Development Authority, Ireland
- Srivastava, A. K., Goering, C. E., Rohrbach, R. P. 1996. Engineering principles of agricultural machines. St. Joseph, ASAE

Vpliv klimatskih sprememb na prihodnost kmetijstva in vloga države

Majda ZAVŠEK URBANČIČ¹

Izvleček

Podnebne spremembe so eden največjih izzivov 21. stoletja. Prihajajo hitreje, kot smo predvidevali, in po znanstvenih dokazih imamo na voljo le nekaj let, da se s skupnim prizadevanjem izognemo katastrofalnim posledicam. Največji onesnaževalec je človek, saj z emisijami toplogrednih plinov povzroča spremembe ozračja. Posledice občutimo vsi, tako ljudje kot živali, še najbolj pa kmetovalci, saj jim narava v obliki suš, poplav in neurij s točo uničuje pridelke. Negativni učinki spremenjenega podnebja na kmetijstvo so predvsem skrajšanje rastne dobe, povečana intenziteta škodljivcev in bolezni ter ekstremni vremenski dogodki. Prihodnost kmetijstva je v prilagajanju vremenskim spremembam. Zaradi prilagajanja le-tim pa pride do spremembe časa setve, izbire manj občutljivih vrst in dejavnosti, izbor manj izpostavljenih območij ter do različnih fizičnih ukrepov (nasipi, drenažni sistemi, namakalni sistemi, mreže ...). V prihodnosti se bo povprečna temperatura še zviševala, kar pomeni še več suš, pomanjkanje vode ter razvoj novih bolezni. Rešitev je v zmanjšanju toplogrednih plinov in rabi obnovljivih virov, k izboljšanju pa lahko prispeva vsak posameznik, ki se odloči za ekološke in trajnostne rešitve.

Ključne besede: podnebne spremembe, podnebje, povprečna temperatura, ekstremni vremenski dogodki, kmetijstvo, globalni ukrepi

Influence of climatic changes on future agriculture and role of a government

Abstract

Climatic changes are one of the most important challenges of the 21st century. They come faster than we expected and on scientific discoveries there are only a few years on disposal that we can with common efforts avoid catastrophic consequences. The greatest polluter is a man who with causing emissions of gases that leads to form hotbed and results in causing climatic changes. Consequences suffer people, animals and specially farmers whom the nature in form of droughts, floods and hailstorms, destroy their produce. Negative effects of climatic changes on agriculture are seen especially in shortening of growth period, higher intensity of pest and diseases and extreme weather phenomena. The future of agriculture is in adaptation to climatic changes. This includes the change of sowing time, chose of less vulnerable agricultural plants and activities, less exposed areas and different physical measures (embankments, drainage systems, irrigational systems, hail nets etc.) In future the average temperature is expected to grow up what means more droughts, less water for use in agriculture and development of new diseases. The solution is in reduction of gases that causes hotbed and in use of recycled resources. Everybody who decides for ecologic and sustainable solutions can improve the situation.

Key words: Climatic changes, climate, average climate temperature, extreme weather phenomena, agriculture, global measures

1 Uvod

Skorajda ni več dneva, ko ne bi slišali besedne zveze "podnebne spremembe". V nas vzbuja nelagodje, saj se zavedamo, da s sedanjim načinom življenja vsak od nas k temu prispeva svoj delček. Nelagodje se povečuje, saj nam strokovnjaki zaenkrat ne morejo jasno povedati, kaj podnebne spremembe v resnici pomenijo. Je to ozonska luknja in se nezavarovani ne smemo brez škode izpostavljati soncu? Je to sprememba podnebja v toliki meri, da se bodo spremenili podnebni pasovi na Zemlji? Ali to pomeni, da se v našem podnebnem pasu ne bo dalo živeti

¹ Univ. dipl. inž. kmet., MKGP, Sektor za naravne nesreče, Dunajska 58, 1000 Ljubljana

tako, kot do sedaj? Ali je to nekaj povsem novega na našem planetu? Vreme in podnebje sta bila skozi dolgo človeško zgodovino poglavitni razlog za številne selitve ljudi širom po planetu, saj je bilo iskanje ugodnejših pogojev za življenje povsem normalen odziv na neugodno vremensko dogajanje, pa tudi na prenaseljenost na za življenje ugodnih področjih. Že najstarejše znane civilizacije, kot so: sumerska, egipčanska ali kitajska, so se nedvomno zanimale za vreme in prilagajanje poljedelstva podnebnim razmeram. Tako je, na primer, zanimivo, da v sodobnem Egiptu še vedno lahko najdemo tradicionalne napotke, kako kmetovati, ki izvirajo iz faraonskih časov. Torej so starejši od 5000 let in še danes veljajo. Z razvojem tehnologije in znanosti, predvsem v zadnjih 200 letih, ko so na mnogih krajih začeli sistematično spremljati vreme in meriti posamezne podatke o stanju ozračja, so začeli tudi sistematično raziskovati spreminjanje podnebja na posameznih področjih. Ugotovili so, da se je podnebje spreminjalo skozi vso znano geološko in človeško zgodovino in da je prav sprememba podnebja pogojevala dramatične spremembe v razvoju življenja na Zemlji. Toda te spremembe so bile relativno počasne.

Moderen razvoj civilizacije, predvsem v zadnjih 200 letih, je potreboval vedno več energije, ki so jo, in jo še danes pretežno pridobivajo z izgorevanjem fosilnih goriv. V zemeljsko ozračje se valijo ogromne količine najrazličnejših plinov in trdnih delcev, ki polagoma spreminjajo sestavo ozračja. Spremenjena sestava ozračja pa spreminja vreme in s tem podnebje hitreje, kot se je to dogajalo v preteklosti. Kako, kje, kako hitro in kakšne bodo posledice, so vprašanja, na katera danes, kljub ogromnim naporom številnih znanstvenikov po svetu, še nimamo pravega odgovora. Vendar vemo, da se to dogaja in da se moramo na spremenjenim razmeram prilagoditi in nanje dobro pripraviti.

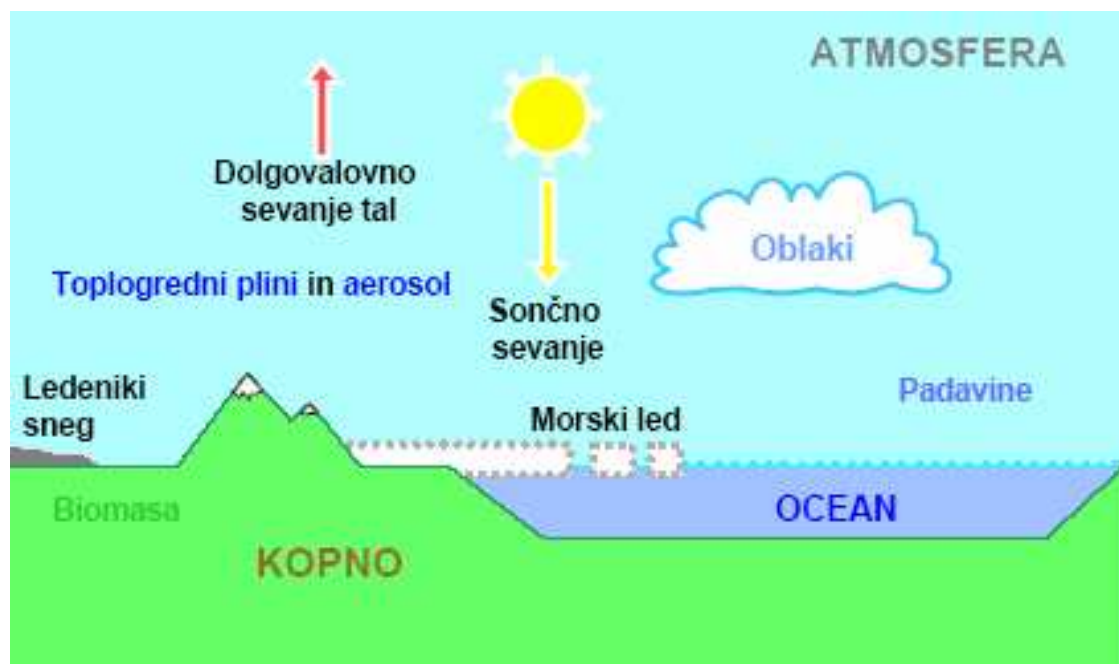
2 Podnebje in njegove spremembe

Podnebje na Zemlji je posledica številnih med seboj odvisnih procesov v podnebnem sistemu. Na ozračje, vode, led, zemeljsko površje in živo naravo vplivajo različni dejavniki, med katerimi so najpomembnejši sončno obsevanje, sestava ozračja, lastnosti zemeljskega površja (nagib, lega, odbojnost za sončno sevanje) in cirkulacija ozračja in oceanov. Zaradi naravne spremenljivosti dejavnikov podnebja so se podnebne razmere v preteklosti pogosto spreminjale. V zadnjem času pa igra pomembno vlogo pri oblikovanju podnebja tudi človeštvo prek spreminjanja sestave ozračja. Z veliko zanesljivostjo lahko trdimo, da je izrazitemu dvigu temperature v zadnjih nekaj desetletjih botroval predvsem človek z emisijami toplogrednih plinov (ogljikov dioksid – CO_2 , metan – CH_4 , dušikovi oksidi – N_xO) in ozon – O_3 ter aerosol, ki spreminjajo sestavo ozračja in s tem vplivajo na energijsko bilanco zemlje kot celote. Glavni vir tri in večatomnih plinov in aerosolov so fosilna goriva, katerih poraba narašča vse od začetka industrijske dobe. Kmetijstvo prispeva k toplogrednim plinom približno 20% prek emisij metana (pridelava riža, živinoreja, gnojenje) in dušikovih oksidov (obdelovanje zemlje, gnojenje). Naraščajoče koncentracije naštetih plinov tople grede spreminjajo energijsko bilanco površja, tako da prejme zemeljsko površje preko sevanja več energije, kot jo oddaja. Posledica je globalno ogrevanje planeta, ki vodi v podnebne spremembe.

2.1 DVIK POVPREČNE TEMPERATURE ZRAKA V SLOVENIJI IN EVROPI

Povprečna letna temperatura zraka v Evropi se je v 30 letih (od leta 1961 do 1990) povečala za 0,5 do 1°C na večini ozemlja Evrope, razen na skrajnem jugovzhodu, kjer je trend negativen. Najbolj so se ogrele zime (od 0,5 do 2°C v 30 letih), najmanj pa poletja (od 0 do 1°C v 30 letih).

Povprečna letna temperatura zraka v Sloveniji se je v zadnjih 50 letih (1951–2000) statistično značilno ($p < 0,05$) povečala za $1,1 \pm 0,6^\circ\text{C}$, najbolj v urbaniziranih okoljih Maribora ($1,7 \pm 0,6^\circ\text{C}/50$ let) ter Ljubljane ($1,4 \pm 0,6^\circ\text{C}/50$ let) in manj v kmetijskih območjih Kočevja in Rateč ($0,8 \pm 0,6^\circ\text{C}/50$ let) ter Postojne ($0,7 \pm 0,6^\circ\text{C}/50$ let). Zaradi bližine morja je trend otoplitve najmanjši v Portorožu ($0,6 \pm 0,5^\circ\text{C}/50$ let).



Slika 1: Shematičen prikaz podnebne sistema

3 Vpliv podnebnih sprememb na prihodnost kmetijstva

Fizikalni vplivi podnebnih sprememb in povečane vsebnosti CO_2 v ozračju na rastline in živali bodo številni. Za rastlinsko pridelavo in prirast gozda bo pomembna povečana koncentracija CO_2 s svojimi fiziološkimi vplivi, najvažnejše pa bodo spremenjene vremenske razmere, predvsem neposreden in posreden vpliv povečane temperature zraka. Odločilno bo na kmetijsko pridelavo vplivala tudi spremenjena vodna bilanca. Globalne ocene predvidevajo, da bo zaradi podnebnih sprememb cena kmetijske proizvodnje višja vsaj za 10–20%. Študije kažejo, da se bodo močno povečala razna tveganja, ki spremljajo kmetijstvo, predvsem bo večja verjetnost vremenskih ujm, kot so vročina, suša, neurja in poplave. Pri rastlinski pridelavi bo treba uvesti določene prilagoditve, kot so na primer: sprememba datuma setve, spremenjene sorte (zamenjava zgodnejših sort s poznimi), namakanje ali izbira sort, ki na sušo niso občutljive, ter verjetno intenzivnejše gnojenje za kompenzacijo skrajšane rastne dobe in potencialnega vodnega stresa. Višje temperature zraka bodo v prihodnosti vodile do ugodnejših razmer za obsežnejši in hitrejši razvoj bolezni in škodljivcev. Zato se bodo povečali tudi stroški varstva rastlin pred škodljivci in boleznimi ter verjetno tudi celotne rastlinske pridelave.

4 Ekstremni vremenski dogodki

Ekstremni dogodki so sestavni del naravne variabilnosti podnebja in vremena kot njegove vsakodnevne pojavne oblike. Že po definiciji so redki, zato se nanje težko prilagajamo, saj

med dvema ponovitvama ene vrste ekstremnega dogodka lahko na nekem območju preteče veliko let. Napovedi in scenariji o pričakovanih podnebnih spremembah ne povedo veliko o pričakovanih značilnostih ekstremnih dogodkov. V strokovni javnosti je sprejeta teza, da se bo pogostost in intenziteta ekstremnih dogodkov v svetovnem merilu povečala; informacije o spremembah na regionalni in lokalni skali so za zdaj še preskromne. Sklepamo lahko, da se bodo pojavljali vsi do zdaj opaženi ekstremni dogodki tudi v prihodnje, verjetno pa se bomo soočali s povečano intenziteto in večjo frekvenco. Upoštevati moramo tudi morebitne sinergijske učinke različnih komponent podnebnega sistema in okolja. Čeprav je naša država relativno majhna, so razlike v velikosti in pogostosti ekstremnih vrednosti vremenskih spremenljivk v posameznih delih države opazne in pomembne. Kmetijstvo in gozdarstvo bosta zaradi neposredne in tesne odvisnosti od vremena in podnebja med najbolj ranljivimi sektorji, ki jih ekstremni vremenski dogodki prizadenejo.

Škodo na rastlinah povzročijo močne nevihte s točo, orkanskim vetrom in intenzivnimi nalivi, tako za gozdarstvo kot tudi za kmetijstvo sta škodljiva žled in obilno sneženje. Poplave, vključno z nanosi na travnike in polja, hidrološka suša ter požarna ogroženost naravnega okolja pogosto niso odvisne zgolj od vremenskih razmer, ampak tudi od stanja okolja in človekovih posegov vanj.

4.1 PRILAGODITEV EKSTREMNIH VREMENSKIM DOGODKOM NA PODROČJU KMETIJSTVA

Ekstremnih vremenskih dogodkov ne moremo preprečiti, lahko pa se s kmetijsko pridelavo nanje pripravimo na različne načine. Izbiramo vrste in dejavnosti, ki so manj ranljive, izbiramo območja, ki so manj izpostavljena, poskušamo z drugimi sredstvi preprečiti povzročanje škode. Fizični zaščitni ukrepi so v veliko pomoč pri ogroženosti s poplavami (na primer: nasipi, poplavna območja, drenažni sistemi, primerno vzdrževanje strug, rek, potokov in hudournikov), sušo lahko omilijo zajetja vode in namakalni sistemi, proti toči lahko nekatere pridelke varujejo mreže. Spomladanske ohladike s temperaturami pod kritičnimi vrednostmi, ki povzročijo pozebo že ob obstoječi vremenski variabilnosti, predstavljajo pomemben omejevalni element slovenskega kmetijskega prostora.

4.2 PRILAGODITEV SUŠNIM RAZMERAM

Preizkušeni so bili številni pristopi za prilagajanje bolj sušnim razmeram in spremembi oskrbe rastlin z vodo s tehnološkimi ukrepi in s spremembo načina kmetovanja. Ocene kažejo, da bo potrebna:

- sprememba setvene strukture in proizvodna usmeritev na kmetijah ter tehnologije pridelave,
- sprememba kolobarja, za kar so nujni sortnoekološki poskusi in uvajanje na sušo odpornih vrst in sort,
- izboljšanje stanja tal ob sušnih razmerah s povečevanjem humusa v tleh,
- gradnja namakalnih sistemov tam, kjer bo to ekonomsko upravičeno in ekološko sprejemljivo,
- vodeno namakanje s kontrolo količine namakanja z namakalnimi modeli, z upoštevanjem vremenskih razmer in vremenske prognoze ter s kontrolo naravno usklajene,
- pridelave kmetijskih rastlin na namakanih površinah,

- zavarovanje kmetijske pridelave ob ekstremnih razmerah (razjasniti vprašanja vzajemnega zavarovanja in dodelave metodologije za oceno kmetijskih suš ter zavarovanj tveganj v kmetijstvu).

5 Posledice sprememb klimatskih razmer

- dvig povprečne temperature,
- dvig morske gladine (raztezanje vode, taljenje ledu na zemeljskih polih),
- taljenje ledenikov (od leta 1900 se je obseg ledenikov v Alpah zmanjšal za 50%, ledenik Columbija na Aljaski se je skrčil za 12 km v zadnjih 16 letih),
- premik podnebnih pasov (1°C: 100 – 150 km, 100 m n.v),
- sprememba količin in porazdelitev padavin in bolj burno vremensko dogajanje – več ekstremnih vremenskih pojavov, npr.: suše, hurikani, poplave ...

5.1 OCENE POSLEDIC ZA SLOVENIJO

- padavinski režim bo bolj podoben monsunkemu,
- več suš, poplav, ujm...,
- spremenjena struktura gozdov in poljedeljskih kultur,
- zimski turizem le v visokogorju,
- »beg« prebivalstva iz »pregretilih« mest,
- izginotje nekaterih rastlinskih in živalskih vrst,
- večja zdravstvena ogroženost starejših, otrok ter ljudi z boleznimi dihal, srca in ožilja,
- povečana poraba energije za hlajenje prostorov.

6 Projekcije za prihodnjih sto let

V prihodnjih 100 letih bo po novih scenarijih povprečna temperatura na zemeljskem površju narasla za 1,5–6°C. Predvideno dviganje temperature je mnogo hitrejše kot opažene spremembe v 20. stoletju in bo verjetno hitrejše kot kdajkoli v zadnjih 10.000 letih. Kot posledica dviga temperature se bo predvidoma dvignila tudi povprečna morska gladina, in sicer za 0,1–0,9 m predvsem zaradi termičnega širjenja vode in zaradi taljenja ledenikov in polarnih ledenih kap. Posledice dviga povprečne globalne temperature bodo raznovrstne, nekatere tudi pozitivne (npr. boljši pogoji za kmetovanje v severni Kanadi in v Sibiriji), vendar pa bodo v večini primerov za človeštvo negativne (prerazporeditev padavin – možnost izpada pridelka na nekaterih območjih, otežena preskrba s pitno vodo, več poplav in suš, zaradi pomika klimatskih pasov ogrožena biotska raznovrstnost, širjenje nekaterih bolezni na nova območja ...).

7 Vloga države pri prilagajanju podnebnim spremembam

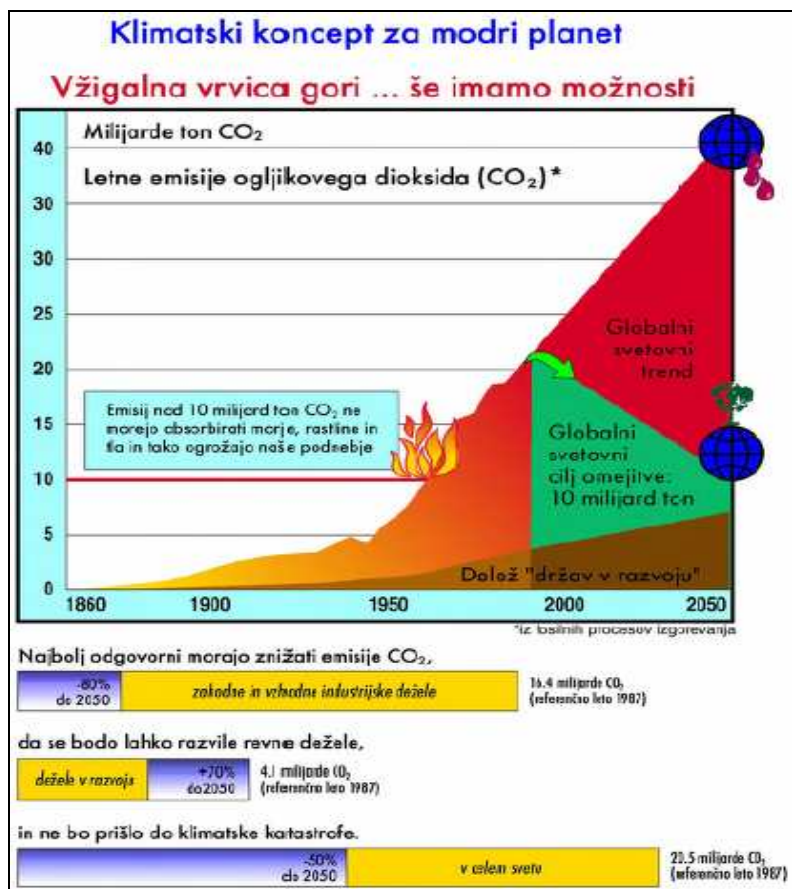
Vloga države pri prilagajanju podnebnim spremembam v kmetijstvu je ključnega pomena, zato že izvaja nekatere spremembe in novosti:

- dopolnitev in sprememba Zakona o odpravi posledic naravnih nesreč,
- sprejetje novega Zakona o obrambi pred točo (star zakon je iz leta 1979),
- ustrezna ureditev zavarovanja v kmetijstvu (sofinanciranje zavarovalnih premij),
- financiranje poskusne obrambe pred točo,
- sofinanciranje zaščitnih mrež proti toči,
- sofinanciranje strokovnih nalog,

- izobraževanje (v okviru financiranja KGZ),
- osveščanju o preventivi.

8 Globalni ukrepi proti podnebnim spremembam

Dne 11.12.1997 je 170 držav, med njimi tudi Slovenija, podpisalo t. i. Kyotski sporazum, ki omenjene podpisnice zavezuje k zmanjšanju emisij CO₂ za 8 % med letoma 2008 in 2012 glede na leto 1990. Seveda pa lahko tudi kot posamezniki pripomoremo k zmanjšanju podnebnih sprememb v obliki manjših izpustov toplogrednih plinov in rabi obnovljivih virov (les, hidroenergija in sončna energija) ter varčevanju z energijo tako v službi kot doma.



Slika 2: prikaz predvidenega znižanja emisij CO₂ do leta 2050

9 Literatura

Bergant, K., Kajfež Bogataj, L., Sušnik, A., Cegnar, T., Črepinšek, Z., Kurnik, B., Dolinar, M., Gregorič, G., Rogelj, D., Žust, A., Matajc, I., Zupančič, B., Pečenko, A. 2004. Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji.

www.meteo-drustvo.si/arhiv/klima/CC.htm

www.bf.uni-lj.si/agromet/Predav1.pdf

www.ljudmila.org/sef/stara/hrovatineove/tlsd011.htm

[www.ljudmila.org/sef/stara/Resevanje_podnebja_mularijo_gradiva/predstavitev/Podnebne_spremembe/KLIMATSKE %20SPREMEMBE-visja%20stopnja.pdf](http://www.ljudmila.org/sef/stara/Resevanje_podnebja_mularijo_gradiva/predstavitev/Podnebne_spremembe/KLIMATSKE%20SPREMEMBE-visja%20stopnja.pdf)

Analiza sprememb nekaterih agroklimatskih spremenljivk v Sloveniji v zadnjih desetletjih

Lučka KAJFEŽ – BOGATAJ¹, Zalika ČREPINŠEK²

Izvleček

Analizirane so spremembe klimatskih značilnosti v Sloveniji v zadnjih desetletjih. Podana je primerjava obdobja 1961-1990 z obdobjem 1991-2005. Na podlagi dolgoletnih podatkov o temperaturi zraka, padavinah, trajanju snežne odeje, pretokih rek in fenoloških podatkov, smo proučevali časovni trend. Osnova so bile mesečne vrednosti spremenljivk. Z Mann-Whitney-Pettit neparametričnim preizkusom smo določali prelomne točke trendov. Naraščanje temperatur zraka, krajše trajanje snežne odeje in zgodnejše cvetenje navadne breze ter navadne leske je začelo po letu 1987. Upadanje povprečnega srednjega pretoka rek se je začelo konec osemdesetih let in upadanje padavin konec šestdesetih let.

Ključne besede: trend klimatskih spremenljivk, podnebne spremembe, časovne vrste, prelomna točka, preizkus Mann-Whitney-Pettit

Agro-climatic variables in Slovenia: analysis of changes over last decades

Abstract

Climate variables, collected by ARSO (ENVIRONMENTAL AGENCY OF THE REPUBLIC OF SLOVENIA) during 1961–1990 and during 1991-2005, were analyzed using different methods. In the first analysis, monthly values were examined and compared between two periods. In the second analysis the stationarity of given meteorological time series was tested, using the Mann-Whitney-Pettit test. The study of climate trend in Slovenia is based on long-term records of air temperature, precipitation, duration of snow-cover, stream-flow and phenological data over the last five decades. The results indicate the increase in annual air temperature, the shorter duration of snow cover and earlier flowering of plants (birch and hazel) after the year 1987. Decrease in stream-flow appears at the end of 80s and decrease in precipitation at the end of 60s.

Key words: trend of climate variables, climate change, time series, change-point, Mann-Whitney-Pettit test

1 Uvod

Kmetijstvo je kompleksno odvisno od vremenskih in klimatskih danosti in je v zvezi s podnebnimi spremembami lahko močno ranljivo (EEA, 2004; Bergant in sod., 2004; Kajfež-Bogataj, 2005, Kajfež-Bogataj in Bergant, 2005). Spremembe podnebja se že dogajajo, nadaljevale pa se bodo še bolj izrazito kot v zadnjih desetletjih (Houghton in sod., 2001). Podnebne spremembe in povečana vsebnost CO₂ v ozračju bodo vplivale na fiziologijo kmetijskih rastlin (fotosinteza, dihanje, transpiracija, rast in sestava tkiv), na njihovo prostorsko razširjenost, fenologijo (Črepinšek in sod., 2006) - skrajšanje obdobja med posameznimi fenofazami, zgodnejšo zrelost rastlin, krajši razvojni krog škodljivcev (Bergant in sod., 2006) in prilagoditveno sposobnost.

V praksi za oceno podnebnih razmer pri načrtovanju ali analizah rastlinske pridelave, pa tudi v drugih kmetijskih panogah, uporabljamo dolgoletna povprečja klimatskih spremenljivk. Glede na priporočila WMO (Svetovne meteorološke organizacije) je bilo zadnje primerjalno obdobje od leta 1961 do 1990. Ker pa se je podnebje zadnjih 15 let močno spremenilo, je nujno upoštevati tudi podatke obdobja 1991 do 2005.

¹ Prof., dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 2995, 1001 Ljubljana, e-pošta: lucka.kajfez.bogataj@bf.uni-lj.si

² Asist., dr., prav tam, e-pošta: zalika.crepinsek@bf.uni-lj.si

Namen prispevka je dvojen. Prvi namen je, primerjati standardno klimatološko obdobje 1961-1990, ki ga pogosto uporabljamo kot referenčno obdobje, z zadnjimi 15 leti, torej obdobjem 1991 do 2005. Želeli smo ugotoviti morebitne spremembe nekaterih agroklimatoloških spremenljivk. V drugem delu prispevka pa smo želeli z metodo iskanja prelomnih točk ugotoviti, kdaj je v Sloveniji nastopila sprememba v klimatskih procesih in kakšni so trendi posameznih spremenljivk.

2 Material in metode

Za primerjavo vrednosti agroklimatoloških spremenljivk v 2 obdobjih (1961-1990 in 1991-2005) smo uporabili podatke iz arhiva Agencije Republike Slovenije za okolje (ARSO) za 12 postaj: Celje, Črnomelj, Kočevje, Kredarica, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Portorož, Postojna, Slovenj Gradec in Rateče.

Statistične metode s skupnim imenom »change point analysis« (Shaban, 1980), služijo ugotavljanju prelomnih točk in nehomogenosti v meteoroloških časovnih nizih. Za iskanje prelomne točke v izbranih časovnih nizih smo uporabili preizkus Mann-Whitney-Pettit (Pettit, 1979) pri izbrani stopnji tveganja $\alpha=0,05$. Obdelali smo podatke o povprečni mesečni temperaturi zraka, padavinah in številu dni v mesecu s snežno odejo z osmih meteoroloških postaj v Sloveniji (pregl. 1), mesečna povprečja srednjih pretokov površinskih voda za šest lokacij in fenološke podatke o cvetenju navadne breze (*Betula pendula* Roth) in navadne leske (*Corylus avellana* L.) na osmih lokacijah (Celje, Ilirska Bistrica, Ljubljana, Maribor, Murska Sobota, Novo mesto, Lesce in Rateče). Za navadno lesko smo analizirali podatke od leta 1955 do 2000, za navadno brezo pa od leta 1955 do 2002. Rastlini smo izbrali, ker sta splošno razširjeni po skoraj vseh Sloveniji, niz podatkov pa je kakovosten in popoln.

Vse podatke in metapodatke za meteorološke, vodomerne in fenološke postaje smo dobili iz arhivov ARSO. Zaradi enake uporabljene statistične metode so naši rezultati primerljivi z rezultati podobnih raziskav v Evropi. Uporabili smo podatke z merskih postaj, katerih časovna vrsta je najbolj homogena oziroma je bilo zajemanje podatkov čim manj moteno s premiki postaj in zamenjavo instrumentov. V primeru manjkajočih podatkov za določen mesec smo vzeli povprečje za ta mesec desetih predhodnih in desetih sledečih let. Podatki za povprečne srednje mesečne vrednosti pretokov površinskih voda so bili zbrani na naslednjih lokacijah: Videm I na Dravinji, Radovljica I na Savi, Litija I, Nazarje na Savinji, Podbočje na Krki in Kobarid na Soči.

Preglednica 1: Postaje in obdobja analize meteoroloških spremenljivk

Meteorološka postaja	Obdobje	Meteorološka postaja	Obdobje
Celje na Lavi	1948-2003	Novo mesto	1951-2003
Kočevje	1950-2003	Postojna	1950-2003
Ljubljana Bežigrad	1948-2003	Rateče	1948-2003
Murska Sobota	1950-2003	Slap pri Vipavi	1961-2003

Z neparametričnim preizkusom Mann-Whitney-Pettit (Pettit, 1979) ugotavljamo, ali je prišlo do spremembe v procesih, ki generirajo opazovano meteorološko časovno vrsto. V takšnih primerih ne poznamo časa, v katerem se je sprememba zgodila. Tudi če vemo, kdaj se je sprememba zgodila, ne vemo kdaj bo ta sprememba dejansko začela vplivati na obnašanje časovne vrste, ki jo opazujemo. Z omenjenim preizkusom lahko tudi odkrijemo merilne napake v časovnih vrstah (Žagar in sod., 2006).

V časovni vrsti naključnih zveznih spremenljivk $Y_1, Y_2, \dots, Y_N$ (v našem primeru na primer so to: letna povprečna temperatura zraka ali nastop fenofaze v kakšnem letu) imamo prelomno točko m (v našem primeru neko leto), ki je ne poznamo. Spremenljivke Y_i za $i = 1, \dots, m$ imajo skupno porazdelitveno funkcijo $F_1(y)$ in spremenljivke Y_i za $i = m+1, \dots, N$ imajo skupno porazdelitveno funkcijo $F_2(y)$. Porazdelitvenih funkcij ne poznamo; vemo pa, da sta zvezni in različni. Preizkušamo ničelno domnevo H_0 , da sprememba ne nastopi; $H_0: m = N$. Alternativna domneva je, da sprememba nastopi; $H_1: 1 \leq m < N$.

Za zvezne številske spremenljivke (na primer letna količina padavin, trajanje snežne odeje) testno statistiko $U_{k,N}$ zapišemo po teoriji rangov (Pettit, 1979):

$$U_{k,N} = 2W_k - k(N+1)$$

kjer so $W_k = \sum_{i=1}^k r_i$, N - velikost časovne vrste, k - indeks, ki teče po členih časovne vrste ($k = 2, 3, \dots, N$), i je sumacijski indeks, $U_{k,N}$ statistika za določanje prelomne točke, W_k je vsota rangov do k -tega člena in r_i predstavlja rang i -tega člena časovne vrste.

Verjetnost $p(k)$ za prelomno točko, po zgoraj omenjenem testu, je za posamezno vrednost $U_{k,N}$ v približku enaka:

$$p(k) = 1 - e^{\frac{-6U_{k,N}^2}{N^3 + N^2}}.$$

Pri časovnih vrstah, kjer je $i > 10$ ali je vrednost $(N-k) > 10$, za preizkušanje H_0 uporabimo testno statistiko z (Siegel in Castellan, 1988), ki določa verjetnosti, da velja H_0 :

$$z = \frac{W - \frac{k(N+1)}{2}}{\sqrt{\frac{k(N-k)(N+1)}{12}}},$$

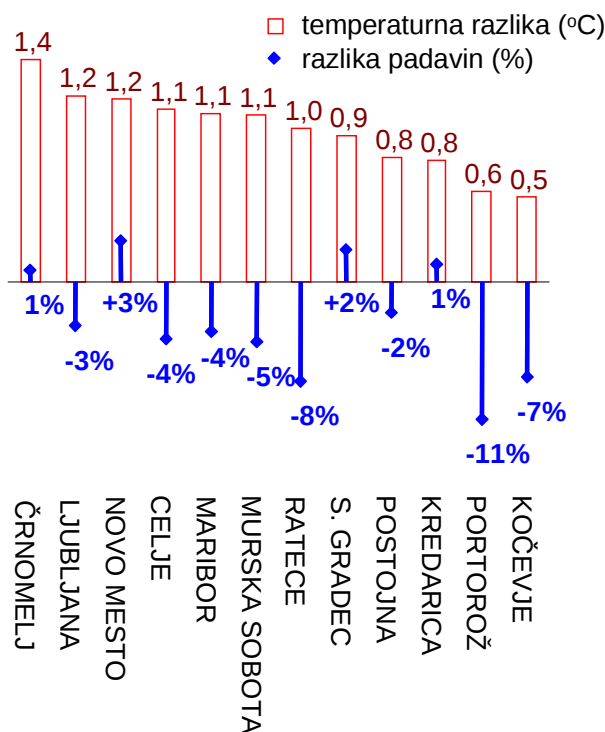
W je vrednost za W_k pri tistem k , kjer ima statistika $U_{k,N}$ maksimum. Za vsak člen časovne vrste je torej potrebno izračunati vrednosti $U_{k,N}$. Največja vrednost $U_{k,N}$ je iskana prelomna točka, za katero je potrebno izračunati še verjetnost za to prelomno točko $p(k)$ in testno statistiko za preverjanje ničelne domneve, z .

3 Rezultati

Primerjava standardnega klimatološkega obdobja 1961-1990, ki ga pogosto uporabljamo kot referenčno obdobje, z obdobjem 1991 do 2005, jasno kaže na številne spremembe vrednosti agrometeoroloških spremenljivk v Sloveniji. V vseh obravnavanih krajih je povprečna letna temperatura zraka signifikantno višja v zadnjih 15 letih. Največja je razlika v Črnomlju (1,4°C topleje) in najmanjša v Kočevju (0,5°C topleje). V večini krajev razlika presega 1°C. Manjša je razlika v letni količini padavin (slika 1), ki ima razpon od povečanja padavin za 3% (Novo mesto) do zmanjšanja za 11% (Portorož). V absolutnem smislu razpon razlike med obdobjema pomeni povečanje za 35 mm (Novo mesto) do zmanjšanja za 121 mm (Rateče).

Analiza mesečnih vrednosti je pri temperaturi zraka pokazala za vso Slovenijo izrazitejše ogrevanje v poletnem času in najmanjše v jesenskih mesecih. Pri padavinskem režimu pa opazamo upadanje količine padavin v prvi polovici leta in naraščanje v drugi polovici. Padavinski režimi imajo v večini obravnavanih krajih v zadnjih 15 letih v povprečju maksimum padavin v oktobru. Izjema sta Maribor in Murska Sobota, ki še vedno ohranjata maksimum padavin v juniju.

Podrobnejšo analiza najrazličnejših agroklimatskih spremenljivk v letni skali podajamo le za Ljubljano (pregl. 2). Primerjava obdobja 1961-1990 z obdobjem 1991 do 2005 jasno kaže na očitno ogrevanje, saj so vse obravnavane temperature zraka (povprečna, povprečna in absolutna maksimalna ter minimalna) bistveno višje. Obdobji se razlikujeta tudi v povprečni relativni vlažnosti zraka, ki je v zadnjem 15-letnem obdobju nižja, več je sončnega obsevanja, več je jasnih dni in manj povsem oblačnih, manj je megle in daljša je vegetacijska doba omejena s temperaturnima pragoma 5°C. Manjša pa je količina padavin, manj je dni s snežno odejo in dni s padavinami nasploh. Nekaj manj je tudi nevihtnih dni.



Slika 1: Primerjava obdobj 1961-1990 in 1991-2005: spremembe povprečne letne temperature zraka in letne količine padavin v nekaterih slovenskih krajih

V preglednicah 3, 4 in 5 so zbrana izračunana prelomna leta, verjetnosti za izračunano prelomno leto, zgornje meje za verjetnost, da velja H_0 , in vrsta spremembe (naraščanje ali upadanje) za dano klimatološko spremenljivko. Ob vsaki meteorološki in vodomerni postaji je v preglednici napisano tudi obdobje, za katerega so bili podatki obdelani. Rezultatov, za katere so verjetnosti za prelomna leta manjše od vrednosti 0,70 ali za katere so verjetnosti, da velja H_0 , večje od izbrane stopnje tveganja $\alpha=0,05$, nismo upoštevali pri diskusiji.

Preglednica 2: Primerjava vrednosti izbranih agrometeoroloških spremenljivk v obdobjih 1961-1990 in 1991-2005 in absolutne ter relativne razlike za Ljubljano

	1961-1990	1991-2005	Razlika	Razlika (%)
Povp. letna temperatura	9,8°C	11,0°C	1,2°C	
Povp. temperatura veg. obdobja	16,1°C	17,4°C	1,3°C	
Povp. najvišja dnevna temperatura	14,8°C	15,8°C	1,0°C	
Povp. najnižja dnevna temperatura	5,5°C	6,6°C	1,1°C	
Absolutna najvišja temperatura	37,1°C	37,3°C	0,2°C	
Absolutna najnižja temperatura	-20,3°C	-16,2°C	4,1°C	
Št. dni z najnižjo temp. $\leq 0.0^{\circ}\text{C}$	89,6	78,8	-10,8	-12,1
Št. dni z najvišjo temp. $\geq 25^{\circ}\text{C}$	60,6	77,2	16,6	27,4
Povp. relativna vlaga ob 7. uri (%)	90,2 %	87,3 %	-2,9 %	
Povp. relativna vlaga ob 14. uri (%)	62,4 %	59,1 %	-3,3 %	
Povp. trajanje sonč. obsevanja (ure)	1712 ur	1950 ur	238 ur	13,9
Št. jasnih dni (oblačnost $< 2/10$)	32,5	36,2	3,7	11,4
Št. oblačnih dni (oblačnost $> 8/10$)	142,2	129,1	-13,1	-9,2
Letna višina padavin (mm)	1393 mm	1356 mm	-37 mm	-2,7
Št. dni s snežno odejo ob 7. uri	64,9	49,0	-15,9	-24,5
Št. dni s padavinami $\geq 1.0\text{ mm}$	114,8	108,0	-6,8	-5,9
Št. dni z nevihto in grmenjem	48,1	46,1	-2,0	-4,2
Št. dni z meglo	120,8	62,9	-57,9	-47,9
Dolžina rastne dobe (nad $T_{\text{pragom}} 5^{\circ}\text{C}$)	243 dni	251 dni	8 dni	3,3

Preglednica 3: Prelomna leta po Mann-Whitney-Pettit testu za največje mesečne pretoke. Krepko tiskane vrednosti označujejo verjetnosti za prelomna leta, ki so manjše od vrednosti 0,70 ter verjetnosti $P(H_0)$ večje od izbrane stopnje tveganja ($P(H_0) > \alpha=0,05$), ko velja H_0 .

Pretoki površinskih voda	Prelomno leto	Verjetnost	Vrsta spremembe	$P(H_0)$
Dravinja 1946 - 2000	1950	0,36	upadanje	0,05
Sava Radovljica 1945 - 2000	1980	0,72	upadanje	0,05
Sava Litija 1927 - 2000	1980	0,99	upadanje	0,0005
Savinja 1945 - 2000	1957	0,70	upadanje	0,04
Krka 1933 - 2000	1966	0,95	upadanje	0,01
Soča 1947 - 2000	1980	0,83	upadanje	0,03

Pri vseh meteoroloških postajah je izračunano prelomno leto za temperaturo zraka leto 1987 (z verjetnostjo najmanj 0,99, verjetnost, da velja H_0 , je torej največ 0,0005). Podatki za letno število dni s snežno odejo kažejo na vseh lokacijah upadanje. V Murski Soboti je prelomno leto nastopilo leta 1969, na vseh ostalih postajah pa v letu 1986 ali 1987 z verjetnostjo najmanj 0,86. Spremembe v cvetenju navadne leske in navadne breze se kot posledica spremembe temperatur poznajo z zamikom enega leta, in sicer je prelomno leto nastopilo 1987 oziroma 1988.

Upadanje količine padavin se je začelo v 70-tih letih na postajah Kočevje, Rateče in Slap pri Vipavi. V Postojni je prišlo do naraščanja padavin po letu 1975. Sprememb v padavinah na

meteoroloških postajah in sprememb pri pretokih rek na vodomernih postajah ne moremo povezati, saj bi za ta namen morali obdelati gostejšo mrežo postaj in jih med sabo primerjati po povodjih. Verjetnosti za prelomna leta za padavine na vseh lokacijah so veliko manjše od tistih za temperature zraka

Preglednica 4: Prelomna leta po Mann-Whitney-Pettit testu za temperature zraka, padavine in trajanje snežne odeje. Ostalo enako kot pri pregl. 3.

TEMPERATURA ZRAKA	Prelomno leto	Verjetnost	Vrsta spremembe	$P(H_0) \leq$
Celje (1948 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
Kočevje (1950 – 2003)	1987	0,99	naraščanje	0,0005
Ljubljana (1948 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
Murska Sobota (1950 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
Novo mesto (1951 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
Postojna (1950 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
Rateče (1948 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
Slap pri Vipavi (1961 – 2003)	1987	1,00	naraščanje	0,0005
PADAVINE	Prelomno leto	Verjetnost	Vrsta spremembe	$P(H_0) \leq$
Celje (1948 – 2003)	1965	0,87	upadanje	0,02
Kočevje (1950 – 2003)	1981	0,98	upadanje	0,005
Ljubljana (1948 – 2003)	1987	0,69	upadanje	0,05
Murska Sobota (1950 – 2003)	1996	0,70	upadanje	0,02
Novo mesto (1951 – 2003)	1978	0,51	naraščanje	0,12
Postojna (1950 – 2003)	1975	0,98	naraščanje	0,005
Rateče (1948 – 2003)	1980	0,99	upadanje	0,001
Slap pri Vipavi (1961 – 2003)	1969	0,95	upadanje	0,005
TRAJANJE SNEŽNE ODEJE	Prelomno leto	Verjetnost	Vrsta spremembe	$P(H_0) \leq$
Celje (1948 – 2003)	1987	0,86	krajša	0,02
Kočevje (1950 – 2003)	1987	0,94	krajša	0,005
Ljubljana (1948 – 2003)	1987	0,97	krajša	0,005
Murska Sobota (1950 – 2003)	1970	0,91	krajša	0,02
Novo mesto (1951 – 2003)	1987	0,94	krajša	0,005
Postojna (1950 – 2003)	1987	1,00	krajša	0,0005
Rateče (1948 – 2003)	1988	0,98	krajša	0,001
Slap pri Vipavi (1961 – 2003)	1988	0,98	krajša	0,005

4 Razprava s sklepi

Rezultati analize kažejo, da moramo biti v praksi pri oceni podnebnih razmer in pri načrtovanju oziroma analizah rastlinske pridelave, pa tudi v drugih panogah, previdni, ko uporabljamo dolgoletna povprečja klimatskih spremenljivk. Podnebje se je v Sloveniji zadnjih 15 let močno spremenilo, če ga primerjamo z zadnjim primerjalnim obdobjem 1961 do 1990. Spremenila se ni le temperatura zraka, temveč tudi količina padavin, pretoki rek, trajanje snežne odeje ter fenološki razvoj rastlin, podobno kot v ostali Evropi (Chmielewski in sod., 2004, Menzel in sod., 2006). Hidrologi ugotavljajo (Frantar, 2005), da ima manj padavin v obliki snega v pozni jeseni in pozimi za posledico po vsej Sloveniji, razen na Muri, višji

primarni jesenski višek vode in močno zmanjšan pomladanski višek vode. Pri vseh časovnih vrstah je bila prisotna podobna dinamika, kar še dodatno potrjuje, da je v Sloveniji prišlo do sprememb v klimi, najverjetneje zaradi antropogenega vpliva na okolje in na atmosfero.

Preglednica 5: Prelomna leta po Mann-Whitney-Pettit testu za začetek cvetenja navadne breze (1955–2002) in navadne leske (1955–2000). Ostalo enako kot pri pregl. 3.

		Prelomno leto	Verjetnost	Vrsta spremembe	$P(H_0) \leq$			Prelomno leto	Verjetnost	Vrsta spremembe	$P(H_0) \leq$
Navadna leska	Celje	1987	0,91	zgodnejše	0,01	Navadna breza	1987	0,998	zgodnejše	0,0005	
	Ilirska Bistrica	1987	0,85	zgodnejše	0,02		1988	0,82	zgodnejše	0,03	
	Ljubljana	1987	0,99	zgodnejše	0,001		1988	0,98	zgodnejše	0,005	
	Maribor	1987	0,97	zgodnejše	0,005		1988	0,98	zgodnejše	0,001	
	Murska Sobota	1988	0,87	zgodnejše	0,02		1988	0,92	zgodnejše	0,01	
	Novo mesto	1987	0,98	zgodnejše	0,005		1971	0,67	zgodnejše	0,06	
	Lesce	1987	0,93	zgodnejše	0,01		1988	0,87	zgodnejše	0,02	
	Rateče	1988	0,998	zgodnejše	0,0005		1985	0,67	zgodnejše	0,07	

Splošni trendi sprememb v Sloveniji so naslednji: temperature zraka (povprečna letna, povprečna temperatura od aprila do septembra ter povprečna in absolutna maksimalna ter minimalna) so višje, povprečna relativna vlažnost zraka je nižja, daljše je trajanje sončnega obsevanja, več je povsem jasnih dni in manj povsem oblačnih, manj je megle in daljše je obdobje med pomladnim in jesenskim temperaturnim pragom 5°C. Manj je tudi dni s snežno odejo in dni s padavinami nasploh. Pri količini padavin prevladuje upadanje, čeprav zelo jasnih zaključkov analiza ne daje. Vsekakor pa se spreminja časovna porazdelitev padavin med letom. Pomladi postajajo manj, jeseni pa bolj namočene. Deloma to prispeva k vse pogostejšemu pojavljanju poletnih suš v Sloveniji. Od 9 hudih suš pri nas v zadnjih 40 letih (1967, 1971, 1983, 1992, 1993, 2000, 2001, 2003, 2006) jih je bilo kar 6 v zadnjih 15 letih (Sušnik, 2006). V teh letih je bila močno povečana tudi požarna ogroženost naravnega okolja. Analiza je dala tudi odgovor, kdaj so se opisane spremembe začele dogajati. V Sloveniji je prelomna točka nastopila dobro desetletje kasneje (okrog leta 1987) kot prelomno leto v globalnem klimatskem sistemu (Houghton in sod., 2001; Kiely, 1999). Klima se lokalno različno razvija zaradi različnih geoloških značilnosti, zaradi različne bližine oceanov ipd. Tako se globalno segrevanje zaradi antropogenega vpliva na posameznih območjih različno odraža tako v jakosti kot tudi v trajanju. V Sloveniji so temperature zraka statistično gledano stabilnejše od padavin. Zaradi odsotnosti bližine večjega morja in zaradi velike geografske raznolikosti so padavine veliko bolj lokalnega značaja, še zlasti v topli polovici leta.

Pri temperaturi zraka, trajanju snežne odeje in nastopu fenoloških faz je prišlo do prelomnega leta konec osemdesetih let prejšnjega stoletja. Rezultati kažejo, da višje temperature zraka v spomladanskem obdobju na območju zmernih geografskih širin vplivajo na zgodnejši fenološki razvoj rastlin, saj je prelomno leto za cvetenje breze in leske nastopilo približno eno leto po prelomnem letu za temperature zraka v zimskem in celoletnem obdobju. Podatki vodomernih postaj kažejo na začetek upadanja povprečnega srednjega pretoka konec

šestdesetih let. Do naraščanja količine padavin je prišlo na meteorološki postaji Postojna po letu 1975, na treh drugih postajah (Kočevje, Slap pri Vipavi in Rateče) se je začelo upadanje količine padavin v sedemdesetih letih, torej kasneje, kot se je začelo upadanje pretokov rek. Zaključimo lahko, da je Mann-Whitney-Pettit preizkus ustrezna metoda za ugotavljanje prelomne točke in iskanje nehomogenosti v meteoroloških časovnih vrstah. Žal so pogosto arhivi meteoroloških, vodomernih in fenoloških postaj nepopolni, kar otežuje homogenizacijo in ugotavljanje vzrokov za najdena prelomna leta.

5 Literatura

- ARSO - Domača stran Agencije Republike Slovenije za okolje. 2004. Dostopno na naslovu <http://www.arso.gov.si/> (14. 08.2006)
- Bergant, K., Kajfež Bogataj, L., Trdan, S., 2006. Uncertainties in modelling of climate change impact in future: an example of onion thrips (*Thrips tabaci* Lindeman) in Slovenia. *Ecol. model.*, vol. 194, no. 1-3: 244-255
- Bergant K., Kajfež-Bogataj L., Sušnik A., Cegnar T., Črepinšek Z., Kurnik B., Dolinar M., Gegorič G., Rogelj D., Žust A., Matajc I., Zupančič B., Pečenko A., 2004. Spremembe podnebja in kmetijstvo v Sloveniji. Agencija Republike Slovenije za okolje: 40 s.
- Chmielewski, F.M., Müller, A., Bruns, E. 2004. Climate changes and trends in phenology of fruit trees and field crops in Germany, 1961-2000. *Agricultural and Forest Meteorology*, 121: 69-78
- Črepinšek, Z., Kajfež Bogataj, L., Bergant, K., 2006. Modelling of weather variability effect on fitophenology. *Ecol. model.*, vol. 194, no. 1-3: 256-265
- EEA, 2004. Impacts of Europe changing climate. An indicator-based assessment. European Environment Agency, Copenhagen (Denmark), Report 2/2004, Office for official publications of the European communities, Luxembourg, 107 pp.
- Frantar, P. 2005. Pretočni režimi slovenskih rek in njihova spremenljivost. *Ujma*, 2005, št. 19: 145-152
- Houghton J. T. in sod. 2001. Climate change 2001: The scientific basis. Cambridge, Cambridge Univ. Press: 752 s. 2001. http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg1/index.htm
- Kajfež-Bogataj, L., 2005. Podnebne spremembe in ranljivost kmetijstva. *Acta agric. Slov.*, 2005, let. 85, 1: 25-40
- Kajfež-Bogataj, L. in Bergant, K. 2005. Podnebne spremembe v Sloveniji in suša. *Ujma (Ljublj.)*, 2005, št. 19: 37-41
- Kiely, G. 1999. Climate Change in Ireland. From Precipitation and Streamflow Observations. *Advances in Water Resources*, 23: 141-151
- Menzel, A. in sod., 2006. European phenological response to climate change matches the warming pattern. *Glob. chang. biol.*, vol. 12: 1-8
- Pettit, A.N. 1979. A Non-parametric Approach to the Change-point Problem. *App. Statist.*, 28: 126-135
- Shaban, S.A., 1980. Change point problem and two phase regression: An annotated bibliography. *Int. Statist. Rev.*, 48: 83-93
- Siegel, S., Castellan, N.J. 1988. *Nonparametric Statistics for the Behavioural Sciences*. Second edition. McGraw-Hill publishing company: 395 s.
- Sušnik, A., 2006. Vodni primanjkljaj v Sloveniji in možni vplivi podnebnih sprememb. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Magistrske naloge: 147 s.
- Žagar, T., Kajfež-Bogataj, L., Črepinšek, Z. 2006. Časovna analiza nekaterih klimatskih spremenljivk v Sloveniji. *Acta agric. Slov.*, 2006, 87, 12: 285-298

Kako merimo kmetijsko sušo v Sloveniji ali ponovljen preizkus vodenja optimalne vodne bilance kmetijskih rastlin leta 2006

Andreja SUŠNIK¹, Iztok MATAJC², Blaž KURNIK³

Izvleček

V članku je predstavljena metodologija za vrednotenje vodne bilance v Sloveniji na primeru suše leta 2006. Pristop s pomočjo geoinformacijskih sistemov pripomore k temu, da poteka izračun vodne bilance za celotno območje Slovenije. Za analizo je bilo izbranih 22 klimatoloških postaj za izračun in interpolacijo referenčne evapotranspiracije in 160 padavinskih postaj za interpolacijo padavin v 100 metrsko prostorsko resolucijo. Verifikacija rezultatov vodne bilance je bila izvedena z dejanskimi meritvami vode v tleh na meteorološki postaji Bilje. Primerjava med izračunanimi in izmerjenimi vrednostmi kaže, da so razlike med meritvami in izračuni zelo majhne (manj kot 10%). Drugi del obravnava predlagane rešitve glede soočanja z vedno večjim pojavom suš na območju Slovenije.

Ključne besede: suša, GIS, vodna bilanca, evapotranspiracija, meritve vode v tleh

How agricultural drought is measured in Slovenia or repeated test of optimal water balance management of agricultural plants in 2006

Abstract

The article presents the methodology of water balance calculations on the case of drought 2006. Approach including geoinformation systems is needed due to the calculations of water balance for whole Slovenia. For the study presented 22 climatological stations for evapotranspiration calculations and 160 precipitation stations for precipitation interpolations have been selected. The results have been compared with actual measurements of soil moisture at Bilje meteorological station. Comparison between measurements and calculations of water balance shows that actual relative difference is less than 10 %. In the second part the article deals with possible solutions in drought management on the territory of Slovenia.

Key words: drought, GIS, water balance, evapotranspiration, soil moisture measurements

1 Kaj je kmetijska suša?

Pri definiciji agrometeorološke suše je potrebno upoštevati primanjkljaj padavin skupaj s fizikalnimi in biološkimi lastnostmi rastlin v povezavi s sistemom tla-rastlina-atmosfera in razmerjem med porabo vode pri rastlinah in njihovo dejansko oskrbo (Das in sod., 2003). Maracchi (2000) navaja, da je kmetijska suša posledica podnebnih razmer in nekaterih drugih dejavnikov (povečana poraba vode, spremenjena raba tal ali neučinkovita izraba vode) in, da povzroči močno zmanjšanje pridelka ali poslabšanje njegove kvalitete. Kmetijsko sušo kot kombinacijo meteorološke in hidrološke suše definirata Evropska okoljska agencija (Impacts..., 2004) in Ameriški Nacionalni center za upravljanje s sušo (What is..., 2003). Das in sod. (2003) navajajo, da je huda kmetijska suša kompleksen pojav, na katerega vplivajo naslednji dejavniki:

- meteorološki dejavniki, kot so padavine in njihova intenzivnost, temperatura zraka in tal, sevanje in trajanje sončnega obsevanja ter hitrost vetra,
- kmetijski dejavniki, kot so vrsta rastline, razvojna faza rastline in tehnologija gojenja,
- okoljski dejavniki, kot so tla, vodne lastnosti tal, topografija in lastnosti zemeljskega

¹ Mag., Agencija RS za okolje, Agrometeorološki oddelek, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana, e-pošta: andreja.susnik@gov.si

² Mag., prav tam, e-pošta: iztok.matajc@gov.si

³ Prav tam, e-pošta: blaz.kurnik@gov.si

površja,

- namakanje in dejavniki, ki so povezani z rabo tal, na primer krčenje gozda in čezmerna paša, ki lahko vplivata na spremembo hrapavosti zemeljske površine, površinskega odboja in gibanja vode.

Obstaja veliko število opredelitev suše. V zadnjem stoletju je bilo razvito veliko število indeksov, ki jih uvrščamo v dve glavni skupini glede na potrebne vhodne podatke in načine izračuna (Maracchi, 2000): indeksi, ki potrebujejo meteorološke ali agrometeorološke spremenljivke in indeksi, ki potrebujejo tudi podatke o kmetijski praksi (podatki o tleh in rastlini). V Sloveniji se zaradi pomanjkljivosti baz potrebnih za natančno določitev jakosti suše vsakič srečujemo s problemom neizdelanih podatkovnih baz, ki so za ta namen potrebne. V novjšem obdobju si pri analizah suše pomagamo s simulacijskimi vodnobilančnimi modeli, ki se med seboj ločijo po vrsti in količini vhodnih podatkov ter splošni uporabnosti. Upoštevajo lastnosti in fenološko fazo sezonskih ali trajnih rastlin, lastnosti tal in referenčno evapotranspiracijo, ki jo izračunajo po različnih metodah (Kajfež-Bogataj in Sušnik, 2003). Funkcija modelov je z vodnobilančnimi izračuni oceniti rastlinam potrebno in dostopno vodo v tleh. So v pomoč pri vodenju ugodne preskrbe rastlin z vodo.

Osnovni namen članka je prikazati način izdelave meteoroloških podlag za potrebe ocene kmetijske suše v Sloveniji. Preostali del je prepuščen ocenam Komisij za ocenjevanje škode v kmetijstvu na resorskih Ministrstvih.

2 Kako kmetijsko sušo ugotavljamo v Sloveniji?

Jakost kmetijske suše v Sloveniji merimo zlasti z njenim neugodnim vplivom na rastline. Primerjamo dnevno količino padavin z dnevno količino izhlapele vode, pri izračunu upoštevamo tudi vrsto tal in rastline. Na tej osnovi je ocenjen tudi primanjkljaj vode v tleh, ki prizadene rastline v različnih razvojnih fazah. V novjšem času jakost kmetijske suše opredelimo s porabo vode iz tal in rastlin – evapotranspiracijo in potencialnimi primanjkljaji vode za kmetijske rastline. To določimo z izračunom razlike med padavinami in dejansko evapotranspiracijo s pomočjo vodnobilančnih modelov. Pozitivne razlike kažejo zadovoljivo preskrbo, pri negativnih pa rastlinam vode primanjkuje. Za izračun evapotranspiracije (ET) uporabljamo Penman-Montheitovo enačbo, ki za ovrednotenje ET vključuje kombinacijo štirih meteoroloških spremenljivk: temperaturo zraka, relativno zračno vlago, sončno sevanje in hitrost vetra. Na osnovi velikosti teh primanjkljajev določamo območja z različno stopnjo primanjkljaja. V splošno razumljivem jeziku jakost suše opišemo kot močna, zelo huda, lahko tudi katastrofalna suša (Žust in Sušnik, 1995). V analize se vedno pogosteje poleg intenzivnosti vključuje tudi trajanje primanjkljaja (Sušnik, 2003). Sušnikova (2006) je razvrstila vegetacijska obdobja po percentilni analizi glede na primanjkljaj vode za kmetijske rastline in njegovo trajanje na ekstremno suha (manj kot 2. percentil), zelo suha (2.- 9. percentil) in suha (25.-75. percentil). Vegetacijsko obdobje leta 2003 se je uvrstilo med ekstremno suha.

V preteklosti smo v Sloveniji vrednotili oskrbo rastlin z vodo le v sklopu dodatnega namakanja kmetijskih rastlin, kot hidromelioracijskega ukrepa pri pridelavi predvsem sadnih rastlin, vrtnin in deloma poljščin. Zaradi povečane pogostosti in jakosti kmetijske suše, ki je v zadnjih petnajstih letih kar nekajkrat povzročila veliko gospodarsko škodo, smo pristopili k sistematičnemu sprotne vrednotenju porabe vode pri kmetijskih rastlinah v času vegetacije na izbranih lokacijah. Sem sodijo tekoča vodna bilanca ter primerjalne klimatološke in agrometeorološke analize v kritičnih obdobjih. To je osnova za oceno stanja na terenu, ki jo pripravljajo resorska ministrstva (Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Ministrstvo za obrambo, Ministrstvo za okolje in prostor).

Metode pri ocenjevanju vpliva neugodnih vremenskih razmer trenutno še niso dodelane, saj vse potrebne informacijske podlage še niso izdelane. Pomanjkljivi so sistematični, podrobnejši

podatki o vsebnosti vode v tleh v sklopu talnega informacijskega sistema, o aktivnih namakalnih sistemih, vrste rabe tal, izboru kultur, tehnologiji pridelave,...). Na Agenciji RS za okolje uporabljamo kot osnovo za spremljanje vodne bilance agrometeorološki vodnobilančni model IRRFIB (Sušnik, 2006). Model, ki je bil razvit leta 1994, operativno uporabljamo za simulacijo sprotne porabe vode rastlin tekom vegetacijske dobe. Model upošteva značilnosti talne vode, fenološke faze in globino koreninjenja ter meteorološke razmere.

Letos smo ponovno preizkusili delovanje vodnobilančnega modela IRRFIB z dejanskimi meritvami vode v tleh v treh globinah tal na dveh lokacijah, z uporabo vkopanih TRIME merilnih sond, ki so direktno povezane z avtomatsko meteorološko postajo.

Podatke o dnevni, tedenski in sezonski porabi vode v tleh in vodnobilančno stanje za glavne kmetijske regije dnevno objavljamo na spletnih straneh Agencije RS za okolje:

http://www.arso.gov.si/podro~cja/vreme_in_podnebje/napovedi_in_podatki/agro_podatki.htm

Model omogoča, da z uporabo produktov vremenske napovedi vključujemo tudi napoved vodne bilance za teden dni vnaprej.

3 Kmetijska suša 2006 - junijski nagel vremenski preobrat in vroč in suh julij

Prva polovica meseca junija je bila deževna in hladna. Povprečne temperature zraka v prvi dekadi junija so se gibale okoli 10 °C v severni Sloveniji in med 12 °C do 13 °C, v vzhodni in osrednji Sloveniji. V drugi dekadi junija se je precej ogrelo, povprečne temperature zraka so povsod v Sloveniji presegle 20 °C, maksimalne so presegle 30 °C. Tudi tretja dekada je bila vroča, pojavljale so se lokalne padavine, večinoma nevihte. Tudi maksimalne temperature zraka so povsod v nižinskem delu Slovenije presegle 30 °C. Beležili smo nadpovprečno veliko vročih dni, v osrednji Sloveniji kar 10 več kot jih je povprečno junija.

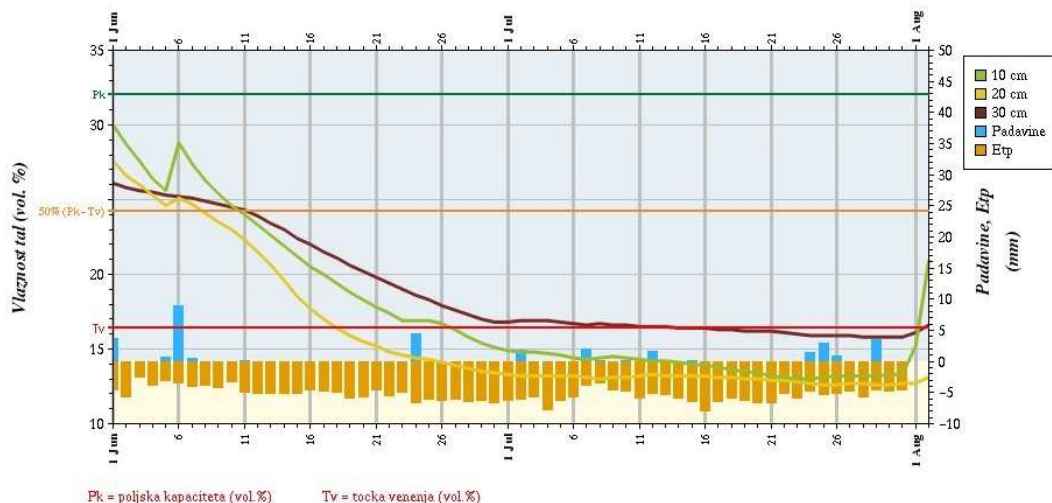
Prostorska porazdelitev padavin je bila zelo neenakomerna. V prvi polovici junija je deževalo v celi Sloveniji. Drugo polovico junija so bile le konvektivne padavine (nevihte in plohe), ki so se pojavljale zelo lokalno. V vzhodni Sloveniji je ob lokalnih padavinah padlo več kot 60 mm dežja, kar je ohranjalo pozitivno vodno bilanco v tleh. Z vročino v zadnji dekadi junija in v začetku julija pa je nastopilo pomanjkanje vode za kmetijske rastline v večjem delu Slovenije, še posebno kritično je bilo stanje v Primorju, Vipavski dolini in na Goriškem.

Vsebnost vode v tleh je v večjem delu Slovenije padla pod mejo rastlinam dostopne vode. Najbolj kritična je bila vodna bilanca na Goriškem (slika 1), kjer so bile padavine pod povprečjem že od začetka vegetacijskega obdobja. Junija je tam padlo le 20 mm dežja, kar je 15 % dolgoletnega povprečja. Negativna bilanca vode v tleh se je nadaljevala tudi v Podravju in v osrednji Sloveniji.

Vremenske razmere z visokimi temperaturami zraka in pomanjkanjem padavin so se nadaljevale vse do konca julija. Sledili so si dnevi z maksimalno dnevno temperaturo zraka nad 30 °C. V Ljubljani jih je bilo v obdobju od junija do konca julija skupno kar 30. Podobno kot leta 2003. V povprečju jih julija beležimo le 7. Podobno je bilo tudi v drugih krajih v Sloveniji. Najvišje temperature so bile izmerjene v Biljah (38.6 °C), na Obali 36 °C, drugod od 33 do 34 °C. V večjem delu Slovenije je bila julijska povprečna temperatura za 3 do 4 °C višja od dolgoletnega povprečja. Tudi julija se je nadaljevalo močno izhlapevanje. Padavine, večinoma kot nevihte, so bile povsem lokalnega značaja. Nekaj več dežja je 23. in 24. julija padlo le v hribovitih predelih zahodne in osrednje Slovenije (Ljubljana 57.3 mm), v Pomurju (Murska Sobota 19 mm), na Celjskem 12 mm. Padavine so bile drugod po Sloveniji precej neznatne. Devetindvajsetega in 30. julija je v večjem delu Slovenije deževalo, padlo je od 20 do 40 mm dežja. V najbolj ogroženih regijah Primorske, Goriške, Bele Krajine in dela Posavja so bile količine manjše in dež ni bistveno popravil stanja preskrbljenosti kmetijskih rastlin z vodo.

Ob padavinah se je stanje izračunane vegetacijske vodne bilance nekoliko popravilo le v osrednji in severovzhodni Sloveniji. Kljub temu je bila zaloga vode v tleh še vedno na nivoju

za rastline težje dostopne vode, zato so bile rastline vse do konca meseca tako v vodnem kakor tudi v vročinskem stresu. Padavine niso izboljšale kritičnih razmer na Primorskem in Goriškem, kjer je bil vegetacijski primanjkljaj vode za travno rušo ob koncu julija že med 300 in 400 mm vode v odvisnosti od lokacije in tal.



Slika 1: Količina padavin (modri stolpci) in evapotranspiracija – izhlapevanje iz tal in rastlin (Etp) (oranžni stolpci) izraženi v milimetrih ter tri globine (10, 20 in 30 cm) meritev vode v tleh (volumski % vode) v Biljah od 1. junija do 31. julija 2006.

Na prelomu julija v avgust se je postopno pooblačilo in Slovenijo so zajele obilnejše padavine. Ob nevihtah in ob prehodu hladne fronte 1. avgusta so nastala tudi lokalna neurja z nalivi in močnejšimi sunki vetra. V hribovitih predelih Slovenije so močno narasli manjši potoki in hudourniki, kar je povzročilo erozijo na izsušenih nagnjenih območjih. Še en vremensko pogojen problem v Sloveniji, za katerega še nimamo izdelane prave strategije.

Vse bolj jasne so ugotovitve, da se vzorec pomanjkanja vode spreminja v vseh regijah Slovenije, še posebno naraščajoč trend primanjkljaja vode je opazen v severni Sloveniji. Na tem območju so do začetka osemdesetih let prevladovala mokra ali zelo mokra vegetacijska obdobja. Kasneje so se začela pojavljati leta z ekstremno visokim primanjkljajem (leta 1983, 1986, 1990, 1992). Spreminja se trajanje in velikost primanjkljaja. Leto 1992 se v vseh slovenskih regijah uvrstil v razred ekstremno dolgega in velikega primanjkljaja, z izjemo jugozahodne Slovenije. Leta 2003 je bil primanjkljaj rekorden v vseh regijah Slovenije, škoda po suši je bila zabeležena na več kot 60 % vseh kmetijskih površin v Sloveniji. Obiti scenarijev podnebnih sprememb za Slovenijo kažejo na še večjo pogostost suš v prihodnje. Letošnja suša je bila specifična v vseh pogledih. Prostorsko je suša prizadela le manj kot 25 % območja Slovenije, trajala je le slaba dva meseca in vendar je bila na prizadetem območju zelo intenzivna. Najbolj je bila prizadeta pridelava živalske krme. Slovenija je zaradi tega skupaj s še štirimi državami članicami EU, ki jih je v juniju in juliju prizadela suša, dobila odobrene zahteve za uporabo zemljišč v prahi za pridelavo živalske krme pred 31. avgustom.

4 Prostorska analiza vodne bilance med 1. junijem in 31. julijem 2006

Vodno bilanco smo izračunali iz razlike med padavinami in referenčno evapotranspiracijo (izhlapevanje iz tal in rastlin) v 100 m prostorski resoluciji v obdobju med 1. junijem in 31. julijem 2006.

Za izračun referenčne evapotranspiracije (ETP) smo uporabili Penman - Montheithovo

formulo (Allen, 1998). ETP smo izračunali iz povprečnih dnevni vrednosti temperature zraka, relativne zračne vlage, hitrosti vetra, in neto sevanja na izbrani postaji.

Izračunano referenčno evapotranspiracijo z 22 meteoroloških postaj, ki merijo potrebne meteorološke parametre za izračun ETP, smo interpolirali v 100 metrsko prostorsko mrežo. Za interpolacijo smo uporabili metodo linearne regresije, s katero povežemo vrednosti ETP z nadmorsko višino, oddaljenostjo postaje od morja in nagibom terena s preprosto multičlensko linearno enačbo. Ostanke pa interpoliramo z metodo osnovnega kriginga, katerega variogram je v našem primeru linearen tako, da se izognemo malim lokalnim otočkom –"ošpicam" na sliki 2.

Interpolacijo padavin v 100 metrsko prostorsko mrežo smo izračunali na podlagi podatkov iz 160 postaj, ki so enakomerno razporejene po Sloveniji. Za interpolacijo smo uporabili metodo splošnega kriginga.

Vodno bilanco, razliko med padavinami in referenčno evapotranspiracijo, smo izračunali tako, da smo rastrska polja padavin in ETP med seboj odšteli (slika 2).

Za potrebe Uprave RS za zaščito in reševanje smo izračunali povprečne vrednosti vodne bilance v posamezni občini. Iz točk v 100 metrski resoluciji, ki so na območju posamezne občine, smo izračunali povprečne vrednosti vodne bilance (slika 3).

Glede na dobljene rezultate smo Slovenijo razdelili v pet razredov po intenzivnosti meteorološke suše (padavine minus referenčna evapotranspiracija) v obdobju med 1. junijem in 31. julijem 2006:

- *Razred 1 z vrednostmi vodne bilance med -281 mm in -172 mm* predstavlja območje Obale in Slovenske Istre, Goriške, Goriških Brd, JZ dela Kraškega roba in spodnjo Vipavsko dolino.
- *Razred 2 z vrednostmi vodne bilance med -171 mm in -129 mm*) obsega večji del Dolenjske, Posavje, Krško – Brežiško kotlino, Belo Krajino, del Obsotelja, večji del osrednje Slovenije, Idrijsko – Cerkljansko območje, zgornjo Vipavsko dolino in južni del Posočja, JZ del Notranjske, Kočevsko in Suho krajino.
- *Razred 3 z vrednostmi vodne bilance med -129 mm in – 78 mm*) predstavlja centralni del Notranjske, okolico Kobarida in Tolmina, Zasavje, Brniško in Sorško polje, del Koroške, Slovenske Gorice, Haloze, Savinjsko dolino, Kozjansko in JV del Prekmurja.
- *Razred 4 z vrednostmi med -78 mm in 0 mm* predstavlja celotni del slovenskega sredogorja, večji del severovzhodne Slovenije (Štajerska, Goričko in večji del Prekmurja).
- *Razred 5* predstavlja visokogorje in Pohorje, deficit se giblje med 0 mm in 160 mm.

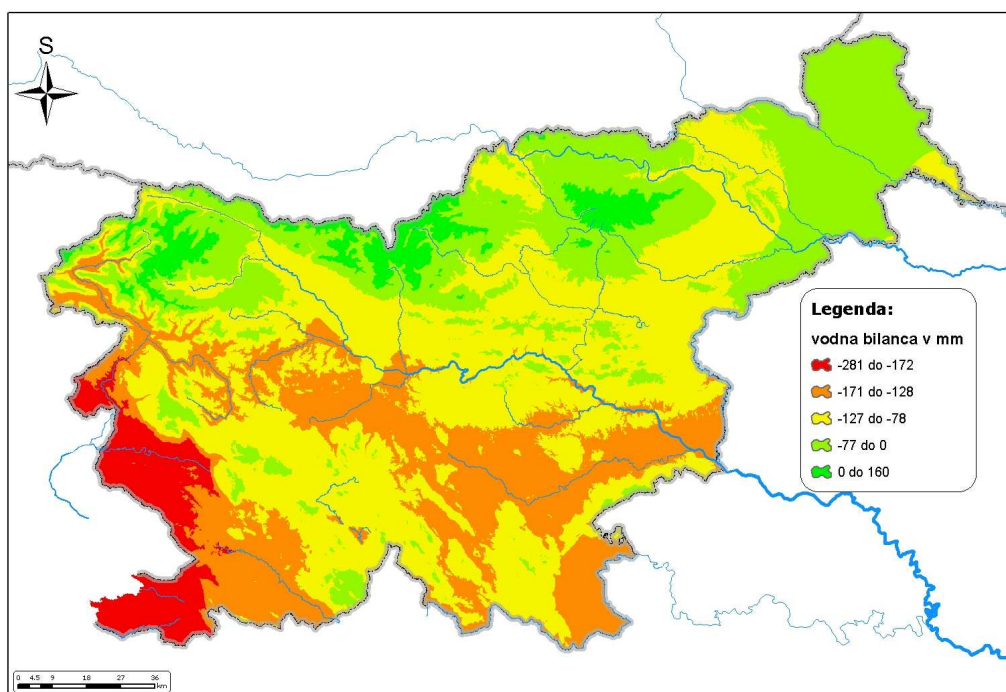
Za potrebe Uprave RS za reševanje smo ovrednotili povprečne vrednosti vodne bilance za posamezno občino (slika 3). Razredi vodne bilance so isti, oziroma se le mejne vrednosti intervalov zaradi izračuna povprečja spremenijo za nekaj milimetrov.

5 Primerjava meritev vode v tleh in izračunane vodne bilance na postaji Bilje

Verifikacija izračunane vodne bilance je potekala na osnovi meritev talne vlage na avtomatski meteorološki postaji Bilje. Območje v okolici Bilje je izrazito sadjarsko in po intenzivnosti suše spada v razred 1 (vodna bilanca med –280 mm in –170 mm) glede na intenzivnost vodne bilance (sliki 2 in 3). Vodna bilanca je izračunana za breskve med 1. aprilom in 31. julijem 2006 (slika 4). Po izračunu z vodnobilančnim modelom IRRFIB je bilo potrebno dodati 221 mm vode ali 2210 m³ vode na hektar kmetijske površine. Razlike med izračunano vodno bilanco in TRIME meritvami so zanemarljive, še največje razlike so v začetku vegetacijske sezone. S tem je dokazana natančnost izračunov vodne bilance, še posebno tedaj, ko je vlažnost tal nizka.

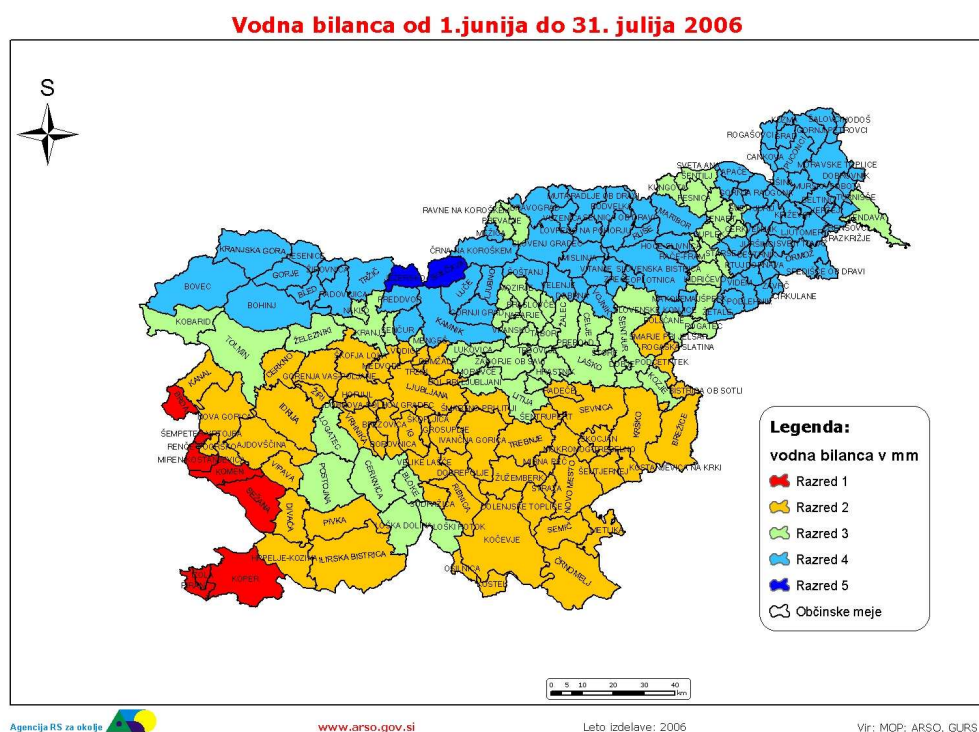
6 Škode in ravnanje kmetijske prakse ob sušah in predlogi za izboljšanje stanja

Po več zaporednih sušah in povečevanju problemov pri oskrbi kmetijskih rastlin z vodo se v zadnjem desetletju ni bistveno spremenilo ravnanje v kmetijski praksi. V Sloveniji suša v strukturi škod zaradi naravnih nesreč zelo variira, od več ko 80 % leta 2003, 70 % leta 2000 in 60 % leta 2001. Preizkušali so se že številni pristopi za prilagajanja sušnejšim razmeram in spremembi oskrbe rastlin z vodo tudi preko tehnoloških ukrepov in sprememb kmetovanja.

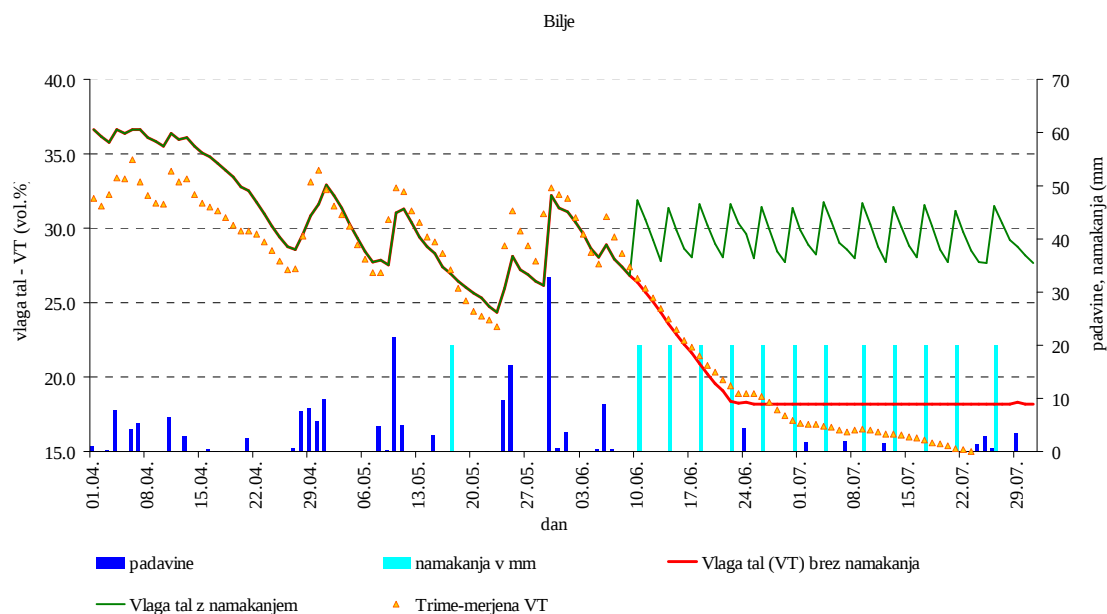


Slika 2: Prostorska vodna bilanca v obdobju med 1. junijem in 31. julijem 2006

Ocene kažejo, da bo potrebno spremeniti setveno strukturo in proizvodno usmeritev na kmetijah, tehnologijo pridelave ter kolobar, izboljševati stanje tal ob sušnih razmerah, za kar so nujni sortnoekološki poskusi in uvajanje na sušo odpornih vrst in sort. Veliko je tudi polemik o gradnji in obratovanju namakalnih sistemov. Jasno je, da je to možno izvajati le na območjih, kjer ne pride do negativnih vplivov na okolje in, kjer je zagotovljen vodni vir za namakanje. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano ima v programu obnovitev že leta 1994 zastavljenega Nacionalnega programa namakanja kmetijskih zemljišč v Republiki Sloveniji, ki bi pred sušo reševal nekaj manjših območij. Ekonomska upravičenost pridelave intenzivnih kmetijskih kultur z namakanjem je dokazana, a le kadar je to vodeno in kontrolirano z namakalnimi modeli in z upoštevanjem meteoroloških razmer in vremenske prognoze za optimalno dodajanje vode. Le tako lahko zagotovimo stalno in naravno usklajeno pridelavo kmetijskih rastlin na namakanih površinah.



Slika 3: Povprečne vrednosti vodne bilance v posamezni občini.



Slika 4: Primerjava med izračunano vodno bilanco tal in rastlin in merjeno vodo v tleh na meteorološki postaji Bilje med 1. aprilom in 31. julijem 2006.

Nenazadnje bo v državi potrebno doreči tudi ravnanje kmetijske prakse ob ekstremnih vremenskih razmerah ter spreminjajočem podnebju ter dodelati metodologije za oceno

kmetijskih suš ter zavarovanj tveganj v kmetijstvu. Ob močnih sušah je prizadeti edini vir vode za različne gospodarske sektorje. Nacionalna ocena upravljanja s kmetijsko sušo in predlogi za strategije so natančno opisani v Oceni izvajanja Konvencije ZN o boju proti dezertifikaciji/degradaciji tal v Sloveniji (Suhadolc in sod., 2005) in kažejo naslednje smernice:

- Slovenija bi morala v skladu s konvencijo UNCCD (Konvencija ZN Konvencije ZN o boju proti dezertifikaciji /degradaciji tal) in ostalimi dokumenti za ohranjanje naravnih virov uvesti sistem zgodnjega opozarjanja na sušo. Nacionalen program varstva okolja za obdobje 2005-2008 sicer predvideva uvedbo sistema za napovedovanje in opozarjanje pred ekstremnimi hidrološkimi pojavi (tudi sušo), vendar ta program ne predvideva napovedovanja kmetijskih suš.
- Reševanje problema suš je potrebno izvesti z integriranim delovanjem vseh vpletenih institucij. Koncesije za izvajanje posameznih nalog so namreč razdeljene po različnih institucijah.
- Pomanjkanje zmogljivosti za celostno in trajnostno gospodarjenje s tlemi in vodo, kar se kaže tudi v dejstvu, da vodenje nekaterih baz podatkov še ni sistemsko urejeno (pedološka karta, rodovitnost tal, onesnaženje tal), kot tudi še ni določen način in njihovega povezovanja z drugimi okoljskimi bazami podatkov (zadrževalna sposobnost tal za vodo na kmetijskih tleh v povezavi s stanjem vodne zaloge, namakanje, zadrževanje vode,...). V Sloveniji so pristojnosti o podatkih o tleh razdeljeni med dve ministrstvi (MKGP in MOP) in nekaj inštitutov (CPVO, GIS, KIS,...).
- Priprava programov za prilagajanje novim podnebnim razmeram, večjim vremenskim ekstremom, kamor sodi suša, na nivoju posameznika – kmeta, institucij in države.

7 Literatura

- Allen R. G., Pereira L. S., Raes D., Smith M. 1998. Crop evapotranspiration – Guidelines for computing crop water requirements – FAO Irrigation and drainage paper. Tehnično poročilo. Rome, Food and Agriculture Organization of UN. Rome: 300 s.
- Das H.P., Adamenko D.I., Anaman K.A., Gommers R.G., Johnson G. 2003. Agrometeorology related to extreme events. Technical Note No. 201. WMO-No. 943. Geneva, World Meteorological Organisation: 137 s.
- Impacts of Europe's changing climate, an indicator-based assessment. Report No. 2/2004. 2004. Luxembourg, EEA-Office for Official Publications of the EC: 107 s.
- Kajfež-Bogataj L., Sušnik A. 2003. Operativni agrometeorološki modeli za izračun vodne bilance kmetijskih tal. V: Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu 2002. Zreče, 5.-6. dec. 2002. Tanjšek A., Šantavec I. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 164-170
- Maracchi G. 2000. Agricultural drought – a practical approach to definition, assessment and mitigation strategies. V: Drought and drought mitigation in Europe. Vogt J.V., Somma R. (ur.). Netherlands, Kluwer Academic Publisher: 63-74
- Suhadolc M., Lobnik F., Turk I. 2005. Ocena izvajanja Konvencije ZN o boju proti dezertifikaciji /degradaciji tal v Sloveniji. Ljubljana, REC: 64 s.
- Sušnik A. 2003. Dinamika primanjkljaja vode za kmetijske rastline včeraj, danes in jutri. V: 14. Mišičev vodarski dan 2003, Maribor, 5. dec. 2003. Maribor, Vodnogospodarski biro Maribor, Vodnogospodarsko podjetje Drava: 84-92
- Sušnik A. 2006. Vodni primanjkljaj v Sloveniji in možni vplivi podnebnih sprememb. Mag. delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 147 s.
- Žust A., Sušnik A., 1995. Suša v Slovenskem Primorju leta 1994. Ujma, 9: 51–55
- What is Drought? Understanding and Defining Drought. 2003. National Drought Mitigation Center, University of Nebraska, Lincoln. <http://www.drought.unl.edu/whatis/concept.htm> (1.9.2006)

Merjenje vode v tleh

Vesna ZUPANC¹, Marina PINTAR²

Izvleček

Količino vode v tleh lahko določimo s pomočjo več metod, ki se med seboj razlikujejo po zanesljivosti in ponovljivosti meritev, kako hitro so rezultati meritev uporabniku razpoložljivi, območjem meritev ter ceni opreme potrebne za meritve. Gravimetrična metoda je zanesljiva, vendar časovno zahtevna in destruktivna, meritve niso ponovljive. V praksi je najbolj razširjena metoda merjenja količine vode v tleh s tenziometri, kjer količino vode določimo preko meritev vodnega potenciala. Mavčni bloki, kjer količino vode merimo preko elektroprevodnosti, so cenovno ugodni, vendar se počasi odzovejo na spremembo količine vode. Novejše metode kot sta TDR in uporaba dielektričnih senzorjev so zelo uporabne za določevanje relativnih razlik v količini vode v tleh, za absolutne vrednosti pa je potrebna kalibracija senzorjev.

Ključne besede: merjenje vode v tleh, gravimetrična metoda, tenziometer, mavčni bloki, TDR, FDR

Soil water measurements

Abstract

Soil water can be measured with several methods, which vary in reliability and repetitiveness of measurements, the time between the measurement taken and the availability of the results, measurement span and the price of the needed equipment. Gravimetric method, while reliable and is considered a standard for calibration of other indirect methods. In practice the most commonly used method is tensiometer, where soil water is measured via soil water potential. Gypsum blocks, where soil water is measured via electrical conductivity, are low cost solution but take long time to react to the change in soil water status. Newer methods, such as TDR and dielectric sensors, are very useful for the measurement of relative differences in soil water quantity, for absolute values sensor calibration is necessary.

Key words: soil water measurements, gravimetric method, tensiometers, gypsum blocks, TDR, FDR

1 Uvod

Natančen in zanesljiv podatek o tem, koliko vode je v tleh, je v raziskovalnem delu na področju agronomije in okoljskih znanosti kot tudi v praksi (npr. pri namakanju) nepogrešljiv. Za določevanje količine vode v tleh poznamo več metod, ki se med seboj razlikujejo po zanesljivosti in ponovljivosti meritev, kako hitro so rezultati meritev uporabniku razpoložljivi, območju meritev ter ceni opreme, ki je potrebna za meritve. Ločimo direktne (neposredne) in indirektne (posredne) metode. Pri posrednih metodah merjenja količine vode v tleh izkoristimo določeno lastnost trifaznega sistema tal (trdna snov – plin – tekočina), na osnovi katere s pomočjo kalibracijske krivulje izmerimo količino vode. Prispevek opisuje posredne in neposredne metode merjenja količine vode v tleh ter podaja primerjavo prednosti in slabosti posameznih metod za končnega uporabnika.

Trifazni sistem tal je kompleksna in heterogena mešanica trdnih, tekočih in plinastih snovi. Trdno fazo predstavljajo mineralni delci in organska snov, ki so povezani v porozen prostor. V porah se nahajata tekoča in plinasta faza tal. Tekočo fazo predstavlja talna raztopina, ki je

¹ Dr., BF, Oddelek za agronomijo, Katedra za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, e-pošta: vesna.zupanc@bf.uni-lj.si

² Doc. dr., prav tam, e-pošta: marina.pintar@bf.uni-lj.si

največkrat voda s primesmi hranil in drugih snovi. Plinasto fazo tal predstavlja zrak, ujet v talne pore (Zupanc in Pintar, 2001; Pintar, 2006).

Za izračun vsebnosti vode v tleh, določitev lastnosti tal, ki vplivajo na tok vode v tleh ipd., uporabljamo razmerja med trdno, tekočo in plinasto fazo tal. V poroznem prostoru so pore izmenično zapolnjene s plinasto fazo oziroma zrakom in tekočo fazo – talno raztopino oz. vodo (Zupanc in Pintar, 2001). Koliko vode se nahaja v porah tal lahko izrazimo v masnem (g g^{-1}) ali volumskem ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) deležu. Uporaba volumskega deleža je ustrežnejša od masnega, ker ga lahko neposredno vnesemo v izračune za količino vode, ki priteče v tla z dežjem ali namakanjem in se iz tal izgubi z evapotranspiracijo in drenažo. Volumsko razmerje je tudi enakovredno globinskemu razmerju tal, ki ustreza debelini plasti vode na enoto globine tal (Hillel, 1998; Adam, 2004).

2 Metode merjenja količine vode v tleh

2.1 GRAVIMETRIČNA METODA

Pri gravimetrični metodi dobimo neposredno informacijo, koliko vode je bilo v tleh v času odvzema vzorca. Vzorec tal, katerega odvzamemo na globini, kjer nas količina vode zanima, posušimo za 24 ur na 105°C (mineralna tla). S tem neposredno določimo, kolikšno maso vode je vzorec vseboval. Gravimetrična metoda je splošno uporabljena kot standard za posredne metode, kljub njeni dolgotrajnosti in spreminjanju vzorca (destruktivnosti) skozi postopek meritve (Dirksen, 1999).

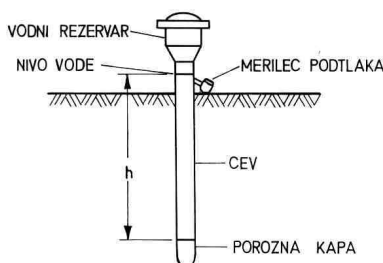
Količino vode lahko izrazimo v masnem (g g^{-1}) ali volumskem deležu ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$) oziroma v masnih ali volumskih odstotkih. Masne odstotke vode izračunamo po obrazcu $\theta_{\text{masni}} = m_v / m_s \cdot 100\%$, kjer je m_v masa vode (razlika v masi mokrega in suhega vzorca tal) ter m_s masa suhega vzorca (po sušenju na 105°C). Če odvzamemo vzorec tal s sondo znanega volumna (tudi volumen neporušenih tal), lahko določimo volumske odstotke vode. Za natančnost meritev je najbolj pomemben natančen in pazljiv odvzem vzorca tal ter skrbno beleženje mase vlažnega vzorca pred sušenjem, volumna vzorca pred sušenjem (za izračun volumskega deleža vode v tleh) ter mase vzorca po sušenju.

2.2 MERJENJE VODNEGA POTENCIALA S TENZIOMETEROM

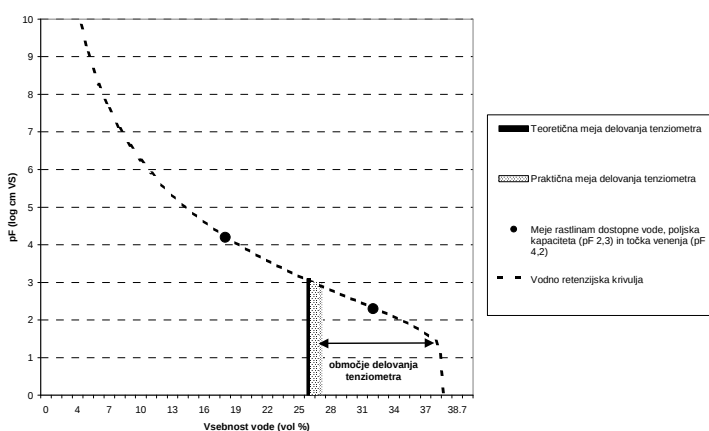
Tipičen tenziometer je sestavljen iz porozne keramične kapice, povezane z merilcem podtlaka preko največkrat toge cevke napolnjene z vodo (Slika 1). Keramična kapica je narejena iz keramike z zelo finimi poram. Služi kot vmesnik med vodo v tleh ter vodo v tenziometru. Prosto prepušča vodo, meniskus, ki je posledica površinske napetosti vode, pa do določene meje preprečuje vstop zraku. Voda se giblje v smeri manjšega potenciala. Ko je matrični potencial vode v tleh okoli kapice manjši kot matrični potencial znotraj tenziometra, bo voda prehajala v okolico tal skozi pore kapice, toliko časa, da se bo ustvarilo ravnovesje. Matrični potencial vode v okolici kapice ustreza podtlaku, ki se je ustvari v tenziometru in ga odčitamo na merilcu podtlaka (Zupanc in Pintar, 2007).

Podatek, ki ga preberemo na tenziometru, moramo s pomočjo krivulje tenzije spremeniti v količino vode v tleh (Pintar, 2006). Če želimo dobiti količino vode, moramo imeti vodno retenzijsko krivuljo za izbrana tla oz. substrat, v katerem uporabljamo tenziometer. Za pravi nadzor dodajanja vode je potrebno imeti tako meritve matričnega potenciala vode v tleh ali substratu, kot poznati vodnoretenzijske lastnosti tal ali substrat. Tenzimetri so uporabni samo za podtlake do blizu 100 kPa (1 bar oz. 1 atm), to se pravi, da je mogoče izmeriti potenciale samo na vlažnem delu vodno retenzijske krivulje, to je od pF 0 do pF 3 (Kovačič, 1967) (Slika 2). Rastlinam dostopna voda v tleh je med točko venenja (pF 4,2) ter poljsko kapaciteto (med 1,8 in 2,5 pF). To pomeni, da tenziometri merijo le v delu območja

rastlinam dostopne vode. V tem razponu se gibljejo optimalne količine vode za sadne rastline, vrtnine, obdelavo tal (Zupanc in Pintar, 2007).



Slika 1: Shema preprostega tenziometra z vodnim rezervoarjem.



Slika 2: Primer poljubne vodno retenzijske krivulje (vsebnost vode v tleh v odnosu s silo vezave vode) ter na njej označeno območje delovanja tenziometra v območju od 0 do 3 pF (Zupanc in Pintar, 2007)

2.3 MERJENJE ELEKTRIČNE PREVODNOSTI

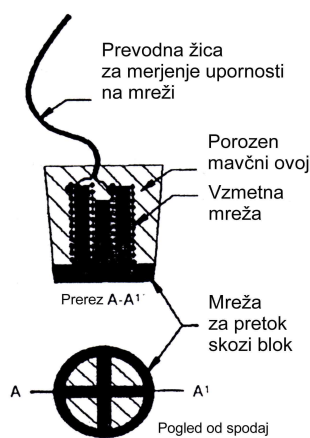
Električna prevodnost tal oziroma recipročna vrednost je povezana z električno prevodnostjo talnih delcev kot tudi z lastnostmi tekočine. V nenasičenem območju tal (vadose zone) so pore navadno le delno zapolnjene z vodo in zrakom. Sposobnost tal za prenos toka je torej odvisna od količine vode, njene prevodnosti ter zasičenosti in porazdelitve vode v porah, ki vplivajo na zverženost poti toka vode.

Pri tej metodi se najpogosteje uporabljajo t.i. bloki iz mavca, najlona ali steklenih vlaken. Material, iz katerega so sonde narejene, mora imeti take lastnosti, da se količina vode v bloku hitro izenačuje s količino vode v tleh, kamor smo sondo namestili. V bloku se nahajajo elektrode, katere povežemo z merilcem prevodnosti. Princip metode je preprost: ko pade vsebnost vode v tleh, se zmanjša vsebnost vode v blokih in s tem se zmanjša elektroprevodnost bloka in obratno. Material, iz katerega so bloki narejeni, lahko vpliva na meritve. Mavčni bloki so občutljivi na korozijo in po nekaj časa uporabe razpadejo. Bloki iz najlona ali steklenih vlaken so občutljivi na soli v talni raztopini, ki lahko izkrivijo meritve.

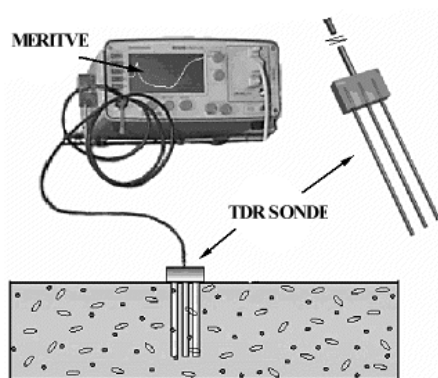
2.4 TIME DOMAIN REFLECTOMETRY (TDR)

Pri Time Domain Reflectometry (TDR) metodi merimo dielektrično konstanto medija, ϵ , z merjenjem časa, ki ga potrebuje elektromagnetni val za širjenje vzdolž elektromagnetne linije (elektrode), ki je obkrožena z medijem. Elektrode, imenovane tudi merilne vilice, so navadno

v obliki dveh ali treh vzporednih jeklenih ali medeninastih palic, ki služijo kot prevodniki (slika 4). Tla, okoli in med elektrodami, služijo kot dielektrični medij (Dirksen, 1999). S poznavanjem hitrosti širjenja elektromagnetnih valov v mediju lahko nezveznosti določimo z opazovanjem spremembe v nivoju energije na določenih točkah v mediju. Energija, ki se ne razprši, se vrne do vira oddajanja. Konice TDR sond zaznajo nezveznost širjenja valov oddane energije. Hitrost širjenja valov je odvisna od celotne ϵ (Topp in Ferré, 2002, Adam, 2004). Le-ta je odvisna primarno od vsebnosti vode ob skoraj univerzalni kalibracijski enačbi, ki je zelo neobčutljiva za tip tal. Večina mineralov v tleh ima ϵ manj kot 5, medtem ko je ϵ za vodo 78 – 81 (Zupanc in sod., 2005).



Slika 3: Shema zgradbe mavčnega bloka



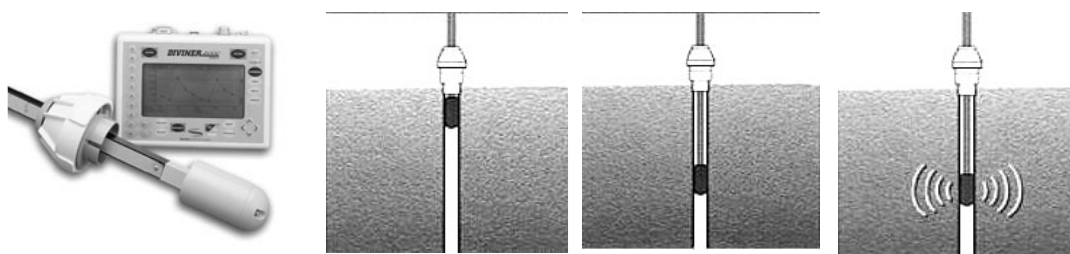
Slika 4: Klasična oprema pri metodi Time Domain Reflectometry, sestavljena iz avtomatskega digitalnega pomnilnika ter merilnih vilic, ki so z avtomatskim digitalnim pomnilnikom povezane s kablom

2.5 FREQUENCY DOMAIN REFLECTOMETRY (FDR)

Dielektrični senzor za merjenje količine vode v tleh je sestavljen iz para elektrod (vzporedne žice ali krožni kovinski obroči), ki sta povezani z oscilatorjem. Ko je sonda vstavljena v tla ali v PVC merilno cev, nameščeno na polju in jo aktiviramo (s pomočjo radio frekvenc), potem sistem tla-voda-zrak okoli PVC cevi ustvarja dielektričnost kondenzatorja, le-ta pa zaključi oscilacijski krog. Spremembe v vsebnosti vode v tleh povzročijo premik – spremembo frekvence. Pri metodi s kondenzatorjem je za zanesljivo oceno vsebnosti vode v tleh zelo pomembno, da je stik med cevjo za sondo in poroznim sistemom dober (Starr in Platineau,

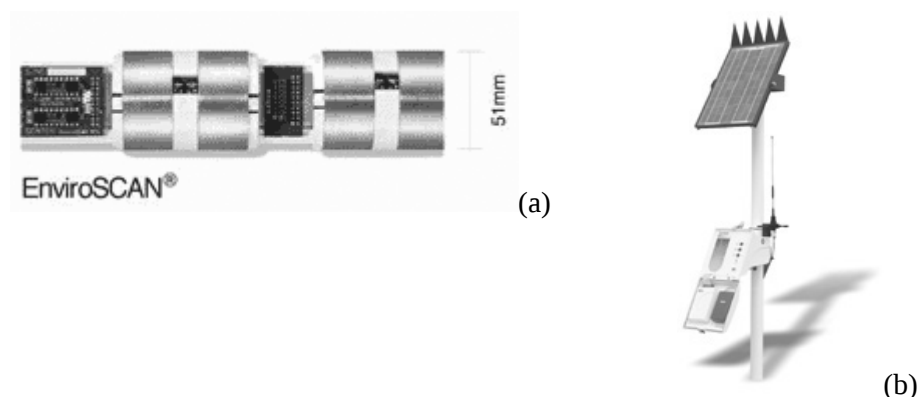
2002). Ob pojavu zračnih mehurjev ob merilni cevi sonda zazna prenizke vrednosti količine vode v tleh.

Poznamo prenosno obliko dielektričnega senzorja (Diviner2000, Slika 4) ter stacionarno obliko t.i. multi-senzorjev (EnviroScan, Slika 5). Prenosna oblika senzorja je sestavljena iz sonde, ki je preko kabla povezana z avtomatskim digitalnim pomnilnikom. Sondo namestimo v cev za merjenje ob vsaki meritvi ter izmerimo količino vode v tleh (v volumskih odstotkih) na 10 cm do konca dolžine merine cevi.



Slika 4: Prenosna oblika dielektričnega senzorja Diviner2000

Pri stacionarni obliki imamo sonde za merjenje količine vode nameščene na plastičnem vodilu, na razmaku 10 cm, katere namestimo na želeno globino. Vodilo s sondami je v času merjenja stalno nameščeno v merilni cevi v tleh. Potrebno energijo za delovanje sond, kot tudi za delovanje avtomatskega digitalnega pomnilnika, dobi naprava s pomočjo sončnih celic (slika 5).



Slika 5: Stacionarna oblika dielektričnega senzorja Enviroscan: (a) struktura sonde, s pomočjo katere merimo in (b) avtomatski digitalni pomnilnik s sončno celico

3 Primerjava metod merjenja količine vode v tleh

Odgovor na vprašanje katera metoda merjenja količine vode v tleh je večplasten. Odvisno je od namena meritev zakaj merimo količino vode v tleh, v katerem letnem času, čemu nam bodo rezultati služili, kako hitro želimo dobiti podatek o vsebnosti vode, koliko denarja in časa imamo na razpolago. V preglednici je narejen pregled prednosti in slabosti različnih metod merjenja količine vode v tleh.

4 Sklepi

Zanesljivi in hitro dostopni podatek količini vode v tleh so vedno bolj pomembni in tudi potrebni tako v praksi kot pri raziskovalnem delu. Znana količina vode v tleh omogoči

pravilno in glede na potrebe rastlin prilagojeno namakanje. Izbira ustrezne metode merjenja količine vode v tleh je odvisna od namena ter razpoložljivih sredstev. Gravimetrična metoda je zanesljiva, vendar časovno zahtevna in destruktivna, meritve niso ponovljive. V praksi (predvsem v vrtnarstvu) je najbolj razširjena metoda merjenja količine vode v tleh tenziometer, kjer količino vode določimo preko meritev vodnega potenciala. Mavčni bloki, kjer količino vode merimo preko elektroprevodnosti, so cenovno ugodni, vendar se počasi odzovejo na spremembo količine vode. Novejše metode kot sta TDR in uporaba dielektričnih senzorjev so zelo uporabne za določevanje relativnih razlik v količini vode v tleh, za absolutne vrednosti pa je potrebna kalibracija senzorjev.

Preglednica 1: Pregled prednosti in slabosti posameznih metod merjenja količine vode v tleh

Metoda	Prednost	Slabost
Gravimetrično določanje	Meritve v celem spektru vlažnosti tal Vsebnost soli in temperatura tal nimata vpliva Zanesljive meritve (uporablja kot kalibrirni standard) Nizki stroški	Meritve niso ponovljive Nenatančen odvzem lahko privede do velikih napak pri vzorčenju Za izračun volumskih odstotkov je potrebno vedeti gostoto tal Rezultat dobimo po 24h urah sušenja
Tenziometer	Direktna meritev tenzije Meritve ponovljive Dostopna cena	Omejeno območje meritev (v mokrem območju, do 100kPa oz. 1 bara) Občutljivi na pojav histereze Občutljive naprave na fizične poškodbe ter mraz
Merjenje električne prevodnosti	Meritve so možne v skoraj celem spektru vlažnosti tal Meritve ponovljive	Občutjivi so na temperaturo in soli (še posebej najlonski bloki), pojav histereze Imajo omejeno dobo delovanja v zelo kislih tleh Nezanesljivi zaradi razpadanja in odstopanja tal od blokov Počasen odziv na spremembo količine vode
TDR	Meritve v celem spektru vlažnosti tal Meritve ponovljive Avtomatsko beleženje vrednosti Radijski prenos podatkov	Zelo draga oprema Občutljivost na slanost tal Tla z visoko vsebnostjo organske snovi ali gline zahtevajo dodatno kalibracijo inštrumenta
FDR	Meritve v celem spektru vlažnosti tal Meritve ponovljive Avtomatsko beleženje vrednosti Radijski prenos podatkov	Zelo draga oprema Občutljivost na slanost tal Tla z visoko vsebnostjo organske snovi ali gline zahtevajo dodatno kalibracijo inštrumenta

5 Literatura

- Adam, G. 2004. Primerjava različnih naprav za posredno merjenje volumskega deleža vode v tleh. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 48 s.
- Bear, J. 1988. Dynamics of fluids in porous media. New York, Dover publications: 764 s.
- Dirksen, C. 1999. Soil physics measurements. Reiskirchen, GeoScience Publisher: 154 s.
- Hillel, D. 1998 Environmental Soil Physics. Academic Press: 771 s.

-
- Kovačič, E. 1967. Hidrotehnične melioracije II. del: Tla in Voda: 61 s.
- Pintar, M. 2006. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji . MKGP, Ljubljana: 55 s.
- Pintar, M. 2006. Študijsko gradivo pri predmetu: Melioracije (visokošolski strokovni študij). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Starr, J.L., Platineau, I.C. 2002. Capacitance Devices. V: Dane, J.H., Topp, G.C., (ur.), Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods: Madison, WI, Soil Science Society of America, Soil Science Society of America Book Series Number 5, ISBN 0-89118-810-X: 1692 s.
- Topp, G. C., Ferré, P. A. 2002. The soil solution phase. V: Method of soil analysis. Dane J. H., Topp G. C. 2002 (eds.). Wisconsin, Madison, Soil Science Society of America, Inc.: 417-447
- Zupanc, V., Adam, G., Pintar, M. 2005. Primerjava laboratorijskih meritev vode v talnem substratu s TDR. Acta agric. Slov. 85, 2: 359-374
- Zupanc, V., Pintar, M. 2001. Melioracije in urejanje kmetijskih zemljišč. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. (gradivo za vaje) 66 s.
- Zupanc V., Pintar, M. 2007. Tenziometer. Acta agriculturae Slovenica, sprejeto v objavo

Primerjava dveh vrst dielektričnih senzorjev za merjenje vsebnosti vode v tleh

Peter KORPAR¹, Vesna ZUPANC², Marina PINTAR³

Izvleček

Pri merjenju vsebnosti vode v tleh so primerjali dve vrsti dielektričnih senzorjev, prenosno sondo Diviner2000[®] in stacionarno postajo EnviroSCAN[®]. Meritve vsebnosti vode v tleh so izvajali v treh različnih terminih, rezultate so primerjali na globini 10, 30, 50, 70 in 100 cm). Napravi sta dali primerljive rezultate brez večjih odstopanj. Pri vgradnji plastičnih cevi moramo biti pozorni pri plasteh tal s skeletom, ker je tam večja verjetnost za nastanek zračnih žepov.

Glavne besede: vsebnost vode v tleh, Diviner2000[®], EnviroSCAN[®]

Comparison of two dielectric sensors for soil moisture measurements

Abstract

Soil water measurements of dielectric probes, portable probe Diviner 2000 and stationary multi-sensor EnviroScan were compared. Soil water measurements were conducted at three different times, results were compared for 10, 30, 50, 70, and 100 cm depth. Devices gave comparable results without bigger discrepancies. Access tube installation merits special care in stony soil layers to avoid the occurrence of air pockets.

Key words: soil water content, Diviner2000[®], EnviroSCAN[®]

1 Uvod

Za merjenje vsebnosti vode v tleh je najbolj zanesljiva in natančna gravimetrična metoda, vendar je časovno zahtevna, meritve pa niso ponovljive. Kot alternativa so bile razvite številne metode, ki omogočajo natančne, zanesljive in ponovljive meritve, ter so primerne za neposredno uporabo na terenu.

Kolikšna je vsebnost vode v tleh, največkrat izražamo v volumskih odstotkih vode θ_w [cm³cm⁻³]. Volumski odstotki vode so definirani kot razmerje med volumnom vode in celotnim volumnom neporušenega vzorca tal. Pri nasičenosti so θ_w enaki poroznosti f (Hillel, 1998), medtem ko so v nenasičenem prostoru manjši od poroznosti. To lahko opišemo z izrazom $f = \theta_w + \theta_a$, kjer je θ_a vsebnost zraka (Bear, 1988; Stephens, 1995). Vsebnost vode v tleh je lahko podana tudi v masnih odstotkih θ_g [g g⁻¹]. Zaradi neposrednega podajanja informacije, kolikšen delež por je zaseden z vodo, se pogosteje uporablja volumski odstotek vode θ_w [mm m⁻¹]. Ena izmed metod merjenja količine vode v tleh je merjenje frekvence polnjenja kondenzatorja (Frequency Domain Reflectometry). Dielektrični sensor je sestavljen iz para elektrod, vzporedni žici ali valjastih kovinskih obrocev, ki so povezani z oscilatorjem. Ko je sonda vstavljena v tla ali v merilno plastično cev, nameščeno na polju, in jo aktiviramo s pomočjo radijskih frekvenc, sistem tla-voda-zrak okoli plastične cevi ustvarja dielektričnost kondenzatorja, le-ta pa zaključí oscilacijski krog. Spremembe v vsebnosti vode v tleh povzročijo premik oziroma spremembo frekvence. Za zanesljivo meritev vsebnosti vode je zelo pomembno, da je stik med merilno plastično cevjo in poroznim sistemom dober (Starr in Platineau, 2002). Prenosne oblike dielektričnega senzorja (Diviner2000[®]) se uspešno

¹ Dipl. inž., Katedra za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo, BF, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, Ljubljana, peter.korpar@bf.uni-lj.si

² Dr., prav tam, e-pošta: vesna.zupanc@bf.uni-lj.si

³ Doc. dr., prav tam, e-pošta: marina.pintar@bf.uni-lj.si

uporabljajo tudi v Sloveniji za merjenje količine vode v tleh v krompirju (Zupanc in sod., 2004; Vučajnk, 2006). Ob prenosni dielektrični sondi za merjenje vode (Diviner2000®) je na trgu dostopna tudi stacionarna oblika EnviroSCAN®. Prispevek primerja uporabo prenosne in stacionarne sonde za merjenje vode v tleh.

2 Materiali in metode dela

2.1 OPIS LOKACIJE

Poskus je potekal na laboratorijskem polju Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani, na evapotranspiracijski postaji Katedre za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo. Opis profila tal je v preglednici 1.

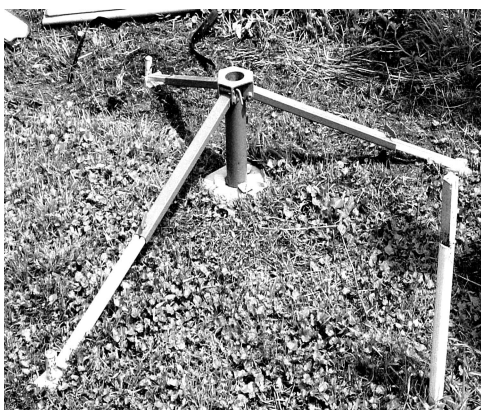
Preglednica 1: Opis profila tal na evapotranspiracijski postaji Katedre za urejanje kmetijskega prostora in agrohidrologijo na polju Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

Horizont	Globina (cm)	Tekstura	Skelet (%)
A1	0-18	MI	-
AC	18-28	MI	30 (do 10mm)
AbGO	28-56	MI	-
Go	56-87	MGI	-
C	>87	-	100

Vsebnost vode smo merili v treh zaporednih terminih (30.03.2006, 21.04.2006 in 03.05.2006). Z vsakim senzorjem smo pomerili 10 krat, vedno ob isti uri v dnevu.

2.2 VGRADNJA CEVI

Za uporabo sond moramo v tla vgraditi plastične cevi. Za vgradnjo plastičnih cevi se uporabljata dve različni metodi vgrajevanja. Suha metoda (nabijanje cevi) in mokra metoda s pripravo paste (Slurry). V razdalji 170 cm smo v tla vgradili dve plastični cevi, dolgi 110 cm. Za vgradnjo, plastičnih cevi smo uporabili suho metodo (nabijanje plastične cevi). Pri suhi metodi moramo paziti na količino in velikost skeleta v tleh. Kamni lahko onemogočijo potisk cev v globino tal ali povzročijo erozijo stene ob plastični cevi in s tem nastanek zračnih žepov. Pred začetkom nabijanja moramo postaviti trinožno stojalo in ga učvrstiti v tla s klini (slika 1).



Slika 1: Trinožno stojalo za pomoč pri vgradnji plastične cevi

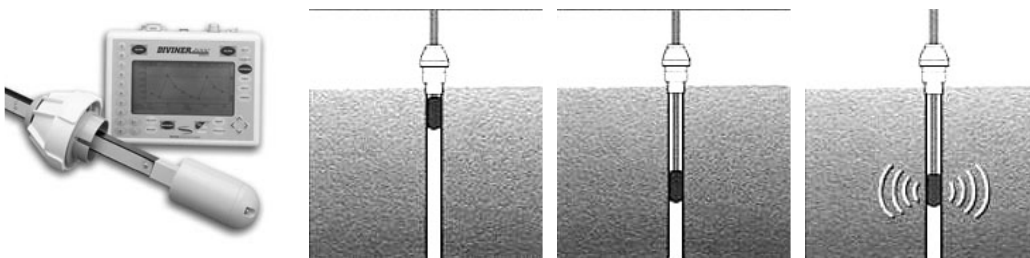


Slika 2: Vrtanje tal iz notranjosti plastične cevi

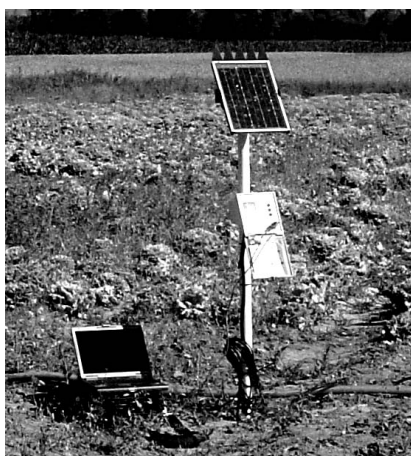
Stojalo nam pomaga vgraditi plastično cev čim bolj pravokotno. Preden začnemo z nabijanjem plastične cevi, damo na plastično cev kovinski obroč, ki nam služi kot rezilo. Ko pričnemo z nabijanjem plastične cevi, jo zabijemo do približno 10 cm in izvrtamo sredino do dna plastične cevi (slika 2). Ta postopek ponavljamo, vse dokler ne pridemo do zelene globine. Ko smo plastično cev vgradili, jo moramo očistiti s krtačo, da odstranimo delce tal, ki so se prilepili na steno plastične cevi in nato še s krpo, da odstranimo preostale delce in vlago, ki bi lahko delovali moteče ob izvajanju meritev. Na koncu vgradnje plastično cev zatesnimo s čepi, ki so priloženi kompletu.

2.3. PRENOSNA SONDA

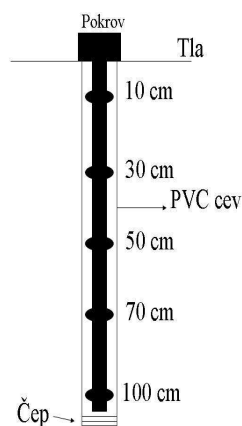
Diviner2000[®] je prenosni dielektrični senzor (slika 3), sestavljen iz para elektrod (vzporedne žice ali krožni kovinski obroči), ki so povezane z oscilatorjem. Ko je sonda vstavljena v tla ali v plastično merilno cev, nameščeno na polju, in jo aktiviramo (s pomočjo radio frekvenc), potem sistem tla-voda-zrak okoli plastične cevi ustvarja dielektričnost kondenzatorja, le-ta pa zaključí oscilacijski krog. Spremembe v vsebnosti vode v tleh povzročijo premik spremembo frekvence



Slika 3: Merilna sonda Diviner2000[®] z avtomatskim digitalnim pomnilnikom ter potek meritev z Diviner2000[®] sondo v plastični merilni cevi nameščeni v tleh



Slika 4: Merilna aparatura EnviroSCAN[®] z avtomatskim digitalnim pomnilnikom



Slika 5: Shema nameščenih senzorjev na plastičnem vodilu

2.3. STACIONARNA SONDA

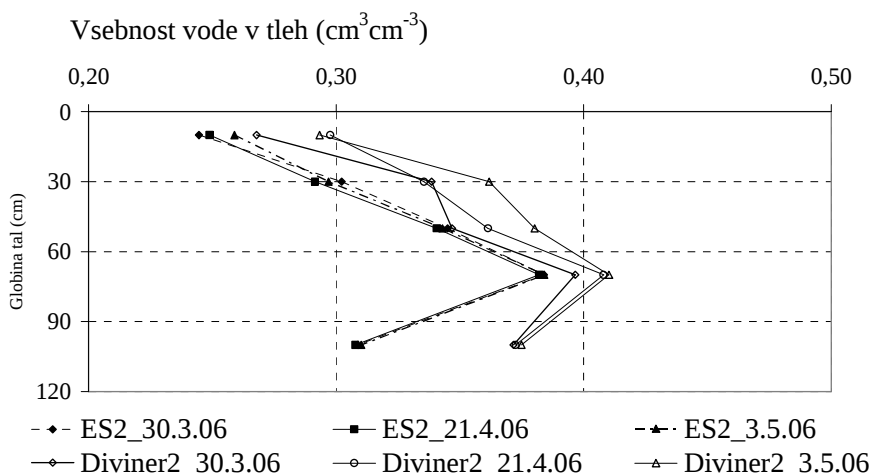
EnviroSCAN (slika 4) ima na plastičnem vodilu nameščene senzorje, ki jih lahko v laboratoriju poljubno nastavimo na želeno globino merjenja (slika 5). Globina merjenja je omejena z dolžino plastičnega vodila in cevi za merjenje. Ko so senzorji nameščeni na želeno globino, jih moramo normalizirati, t.j. omogočiti, da senzor dobi ničelno vrednost frekvence na zraku in vodi. Umerjene senzorje nato damo v plastično merilno cev. Merilno cev in avtomatski digitalni pomnilnik povežemo s kablom. Za začetek meritev je potrebno programirati avtomatski digitalni pomnilnik (določiti začetek in interval meritev).

3 Rezultati z diskusijo

Primerjali smo meritve vsebnosti vode, ki so bile izmerjene s prenosno sondo Diviner2000® in stacionarno sondo EnviroSCAN. Na slikah 6 in 7 so prikazane meritve vsebnosti vode v tleh ($\text{cm}^3\text{cm}^{-3}$) v dveh merilnih profilih. Merili smo meseca marca (30.3.), aprila (21.4.) in v začetku maja (3.5.).

V plastični cevi 1 kot tudi v plastični cevi 2 je bil razpored izmerjene količine vode v profilu podoben v vseh treh terminih. V primerjavi s stacionarno sondo EnviroSCAN® je prenosna sonda Diviner2000® izmerila višjo vsebnost vode v obeh merilnih mestih. V plastični cevi 1 je bila vsebnost vode najnižja na globini 10 cm (25%) in se je postopoma zviševala do globine 70 cm, kjer je bila vsebnost vode 40%. Na globini 100 cm je bila vsebnost vode 35%.

V merilni plastični cevi 2 (slika 7) je bila na globini 10 cm izmerjena višja vsebnost vode, kot pri cevi 1 (45%). Iz tega lahko sklepamo, da je okrog plastične cevi 1 na globini 10 cm zračni žep, nastal zaradi razpok. V plastični cevi 2 na globini 30 cm je bila izmerjena vsebnost vode 35% in je bila v primerjavi s plastično cevjo 1 za 5% višja, na globini 70 cm je bila vsebnost vode 45%, kar je za 5% več kot v plastični cevi 1. Na globini 100 cm je bila vsebnost vode najnižja (30%), kar je podobno plastični cevi 1.

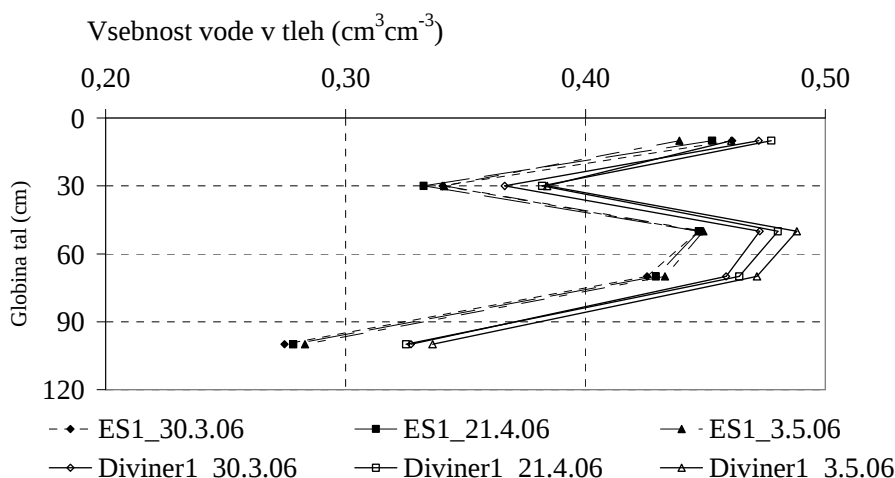


Slika 6: Primerjava delovanja sond Diviner2000® in EnviroSCAN® v merilni cevi 1

4 Sklepi

V primerjalnem poskusu sta dielektrična senzorja, prenosna sonda Diviner2000® in stacionarna postaja EnviroSCAN®, dali primerljive rezultate. EnviroSCAN® je izmeril 2-5% nižjo količino vode v tleh kot Diviner2000®. Ker dobljenih rezultatov nismo preverili z

gravimetrično metodo, ne moremo z gotovostjo trditi, kateri senzor je bolj natančen. Kot je razvidno iz rezultatov je zelo pomembno, da plastične cevi vgradimo čimbolj natančno brez zračnih žepov. V plasteh skeleta sta senzorja izmerila nižjo vsebnost vode, kar je lahko posledica skeleta, lahko pa tudi nastanek zračnih žepov ob neustrezni vgradnji plastičnih cevi.



Slika 7: Primerjava delovanja sond Diviner2000® in EnviroSCAN® v merilni cevi 2.

5 Literatura

- Adam, G. 2004. Primerjava različnih naprav za posredno merjenje volumskega deleža vode v tleh. Diplomsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani: 48 s.
- Bear J. 1988. Dynamics of fluids in porous media. New York, Dover publications: 764 s.
- Hillel, D. 1998 Environmental Soil Pysics. Academic Press: 771 s.
- Pintar, M. 2006. Osnove namakanja s poudarkom na vrtninah in sadnih vrstah v zahodni, osrednji in južni Sloveniji. MKGP, Ljubljana: 55 s.
- Pintar, M. 2006 Študijsko gradivo pri predmetu: Melioracije (visokošolski strokovni študij). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo
- Starr, J. L., Platineau, I. C. 2002. Capacitance Devices. V: Dane, J.H., Topp, G.C., (ur.), Methods of Soil Analysis, Part 4, Physical Methods: Madison, WI, Soil Science Society of America, Soil Science Society of America Book Series Number 5, ISBN 0-89118-810-X: 1692 s.
- Stephens D.B. 1995. Vadose zone hydrology. Florida, CRC Press, Lewis publishers: 347 s.
- Vučajnk F. 2006. Pridelovanja krompirja pri različnih medvrstnih razdaljah grebenov in uporabi osipalnikov z različnimi načini delovanja. Magistrsko delo. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta: 197 s.
- Zupanc V., Pintar M. 2001. Melioracije in urejanje kmetijskih zemljišč., Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta. (gradivo za vaje): 66 s.

Kapljичno namakanje nasadov hmelja v Turiški vasi pri Slovenj Gradcu

Irena FRIŠKOVEC¹, Davorin VRHOVNIK²

Izvleček

Brez namakanja v sušnih letih ne moremo pričakovati kakovostnega in količinsko stabilnega pridelka hmelja. V Sloveniji večino hmeljišč namakamo z bobnastimi namakalniki. Pred dvema letoma so na hmeljarskem posestvu v Turiški vasi pri Slovenj Gradcu pričeli s kapljичnim namakanjem prvih pridelovalnih nasadov hmelja v Sloveniji. Izkazalo se je, da so prednosti namakanja s kapljичnim sistemom glede na prejšnji način namakanja boljša in konstantna preskrba z vodo, manjša poraba vode na hektar, bistveno nižji stroški črpanja vode, možnost fertigacije in manjše število potrebnih delovnih ur.

Ključne besede: kapljичno namakanje, nasadi hmelja

Drip irrigation of hop yards in Turiška vas near Slovenj Gradec

Abstract

Irrigation is needed for a good and stable yield of hop in dry years. The most of Slovenian hop growers irrigate hop fields with classical irrigation system. Two years ago hop grower from Turiška vas near Slovenj Gradec started to irrigate hop fields with drip irrigation system. Results are better and steady water supply, a decrease in the consumption of water per area unit, less costs for water pumping, possibility for fertigation including and less working hours.

Key words: drip irrigation, hop fields

1 Uvod

V letu 2006 je v Sloveniji pridelovalo hmelj 157 hmeljarjev na 1507 ha. Glede na leto prej so se površine povečale. Še vedno slovenska pridelava hmelja predstavlja 3 % svetovne pridelave in je Slovenija 4. evropska oziroma 5. svetovna pridelovalka hmelja. Slovenski pridelovalci v povprečju obdelujejo 9,6 ha hmeljišč, evropsko povprečje pa je 7,8 ha/pridelovalca.

Okoli 1100 ha hmeljišč je na območju od Celja do Zgornje Savinjske doline, približno 200 ha je v okolici Slovenj Gradca in Radelj, 200 ha pa je v okolici Ptuja in Ormoža.

S sorto Aurora je posajenih 63% slovenskih nasadov hmelja, površin, ki so posajene s tradicionalno slovensko sorto Savinjski golding, pa je 13% (Register..., 2006).

Pridelava hmelja je bila ena izmed prvih dejavnosti v kmetijstvu Slovenije, kjer je država v letih 1985 – 1990 investirala v namakalne sisteme in to v skupnem obsegu 1278 ha (skupaj z ostalimi poljedelskimi površinami). Strošek namakanja hmelja je bil zaradi cene, ki jo je dosegal hmelj na svetovnem trgu, hitro povrnjen, hkrati pa je namakanje omogočalo relativno konstantno pridelavo ne glede na vremenske razmere. Zaradi takratne organiziranosti v hmeljarstvu je bilo vodenje in vzdrževanje namakalnih sistemov eno najbolj vzornih v Sloveniji (Knapič, 2002).

Po podatkih iz Registra pridelovalcev hmelja je v Sloveniji v letu 2006 več kot 60% (925 ha) nasadov hmelja opremljenih z namakalnimi sistemi. Na žalost mnogo izmed njih ne deluje oziroma so v zelo slabem stanju in hmeljarji z njimi ne morejo več namakati. Zato so nujno

¹ Univ. dipl. inž. agr., KGZS – Zavod CE, Oddelek za kmetijsko svetovanje, Cesta Žalskega tabora 1, 3310 Žalec, e-pošta: irena.friskovec@ce.kgzs.si

² Univ. dipl. inž. agr., Hmeza Export – Import d. d., Vrečarjeva ulica 14, 3310 Žalec, e-pošta: davorin.vrhovnik@hmeza.si

potrebne posodobitve in popravila, to pa je točka, ko lahko začnejo razmišljati tudi o tem, da spremenijo način namakanja. Veliko večino nasadov se v Sloveniji namaka z razpršilci (bobnastimi namakalniki), 32 ha pa je bilo v letu 2006 namakanih s kapljičnim namakalnim sistemom.

2 Načini namakanja hmelja in možnosti za preureditev

2.1 NAMAKANJE NASADOV HMELJA Z BOBNASTIMI NAMAKALNIKI

Za tehnologijo namakanja z bobnastimi namakalniki je značilno, da nadomestimo tedenske do desetdnevne izgube vode (namakalni turnus). Tako dodamo na hektar od 20 mm do največ 30 mm (od 200.000 l do 300.000 l vode) (Knapič, 2002).

Čeprav je namakanje z bobnastimi namakalniki med slovenskimi hmeljarji že zelo ustaljeno in se lahko uporablja tudi na dokaj neravnem zemljišču, oprema pa ne ovira obdelave v rastnem obdobju (v nasadu je samo takrat, ko je potrebno namakanje), se hmeljarji vedno bolj zavedajo tudi njegovih slabih strani.

Poleg tega, da je namakanje z bobnastimi namakalniki delovno dokaj zahtevna tehnologija, so slabosti še:

- relativna visoka začetna vlaganja in visoki režijski stroški,
- izgube vode zaradi izhlapevanja ter slabše sposobnosti vpijanja vode na težjih in zbitih zemljiščih,
- velik pritisk večjih kapljic slabša strukturo zemljišča, zato se lahko tla zaskorijo, erozijsko deluje na tla, poškoduje lahko tudi nežnejše rastline,
- stroje je potrebno vzdrževati tudi izven sezone,
- visokotlačni sistem zahteva ustrezno dimenzionirano črpališče in cevni razvod (10 bar),
- velika poraba energije (tako električne kot goriva),
- vpliv vetra na enakomernost zalivanja,
- povečana možnost izpiranje hranil in pesticidov v podtalnico (namakanje in nevihta) (Knapič, 2002).

2.2 NAMAKANJE NASADOV HMELJA S KAPLJIČNIM NAMAKALNIM SISTEMOM

Kapljično namakanje zagotavlja, da dovajamo vodo rastlinam v različnih količinah in intervalih ob hkratni veliki izenačenosti dovajanja vode. Pri namakanju z bobnastimi namakalniki pričnemo z namakanjem, ko je v tleh približno polovica rastlinam dostopne vode, medtem ko pri kapljičnem namakanju vzdržujemo višji nivo vode v tleh oziroma rastlinam lahko dostopno vodo (Knapič 2002).

Kapljično namakanje hmeljišč ima v primerjavi z namakanjem z bobnastimi namakalniki kar nekaj prednosti:

- optimalnejša preskrba rastlin hmelja z vodo in hranili,
- zmanjšanje stroškov (manj potrebne energije in delovne sile),
- možnost namakanja že v začetnih razvojnih fazah,
- manjša poraba vode, ki je z vidika varstva okolja prav tako zelo pomembna (dovajamo vodo točno v območje korenin, ne namakamo cele površine, ohranjanje strukture tal),
- preprečevanje izpiranja hranil.

V Sloveniji je Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije pričel s preskušanjem in uvajanjem kapljičnega namakalnega sistema, istočasno kot so začeli v večini evropskih držav, okoli leta 1995. V Evropi imajo največ izkušenj na področju namakanja hmeljišč s kapljičnim

namakalnim sistemom češki hmeljarji. V ZDA, kjer so dolgo časa prevladovala bolj ekstenzivne oblike namakanja, pa so v devetdesetih letih prav tako pristopili k sodobnejši tehnologiji namakanja in se površine s kapljičnim namakalnim sistemom hitro širijo (Knapič 2002).

Hmeljarji imajo na izbiro tri izvedbe kapljičnih sistemov:

- podzemni kapljični sistem (najbolj razširjen v ZDA, poskusi tudi pri nas na IHPS),
- kapljični sistem na vrhu žičnice (najbolj razširjen med češkimi hmeljarji),
- sistem, kjer so namakalne cevi položene na tla v vrsto s hmeljem (v ZDA, Nemčiji in tudi pri nas).

Osnovna značilnost podzemnega kapljičnega sistema je, da je namakalna cev v že izoblikovanih nasadih položena nekako 30 cm od vrste hmelja, na globino okoli 40 cm. V novih nasadih lahko namakalno cev položimo 10 do 15 cm pod rastlino. Takšna globina je pogojena z dejstvom, da v prodnatih tleh težko računamo na ustrezen kapilarni dvig vode (še posebno v poroznem sadilnem jarku). Pri takšni globini pa se srečamo z možnostjo prebadanja namakalne cevi ob pikanju vrvice, zato je potrebno prirediti največjo možno globino pikanja na 15 cm, saj je namakalna cev položena na globini 20 cm (Knapič, 2002).

Pri sistemu na vrhu žičnice je potrebno dodatno napeljati nosilno žico, na katero pritrdimo namakalno cev (bolj primerne so debelostenske namakalne cevi). Med slovenskimi hmeljarji je za ta sistem zelo veliko zanimanja in že v naslednjem letu bo v Sloveniji nekaj hektarjev hmeljišč namakanih na ta način.

Za sistem, pri katerem je cev položena v vrsto s hmeljem, je značilno, da je potrebno cevi po napeljavi poganjkov na vodila in prvem osipanju položiti v vrste tik ob rastlinah hmelja. Z naslednjim osipanjem cevi še »pritrdimo«. Dodatno delo ter skladiščni prostor za namakalne cevi sta glavne pomanjkljivosti tega sistema. Hmeljarji se lahko odločijo tudi za enoletne cevi, kar pa je povezano z dodatnim stroškom vsakoletnega nakupa cevi. V že obstoječih nasadih je ta način verjetno primernejši kot pa podzemni.

2.3 PREUREDITEV OBSTOJEČEGA NAMAKALNEGA SISTEMA Z BOBNASTIMI NAMAKALNIKI V KAPLJIČNI NAMAKALNI SISTEM V NASADIH HMELJA V TURIŠKI VASI

Na posestvu Jožeta Časa v Turiški vasi, ki obsega 14,5 hektarov hmeljišč, je bil leta 1992 zgrajen klasičen namakalni sistem z bobnastimi namakalniki (rolomati). Oprema je bila slabe kakovosti in dotrajana. Ker ležijo hmeljišča na lahkih prodnatih tleh, so se pokazali tudi že prvi znaki erozije tal. Lastnik se je zato v letu 2005 odločil za izgradnjo kapljičnega namakalnega sistema.

Površine hmeljišč, ki so skoncentrirane na enem mestu, so razdeljene na pet sektorjev. Vsak sektor se avtomatsko odpira po nastavljeni terminski shemi. Posamezen sektor se namaka pol ure, nato se vklopi naslednji sektor. Dnevno namakajo 20 ur.

Črpališče je bilo postavljeno na isti lokaciji kot črpališče klasičnega namakalnega sistema. Zajem vode je iz reke Mislinje. Za črpanje vode uporabljajo elektromotor. Za njim se nahaja hidrocilkonski filter, s katerim iz vode ločijo pesek in manjše kamenje. Nadaljnja filtracija poteka v dveh peščenih filtrih, ki se avtomatsko čistita. Med delovanjem enega filtra v drugem poteka čiščenje po nastavljenem časovnem programu. Za peščenimi filtri je vgrajena dognojevalna naprava, ki v sistem dozira gnojilo. Pred vstopom vode v primarni vod namakalnega sistema je voda prečiščena še z bločnim filtrom. Uporabili so stare vode klasičnega namakalnega sistema.

Vsak sektor se napaja z vodo preko hidranta na robu hmeljišča. Takoj za hidrantom je vgrajen elektromagnetni ventil. Sekundarni vod je iz alkatene cevi premera 60 mm, ki potekajo od

ventilov na čelih hmeljišč do posameznih vrst hmelja. Na sekundarni vod je priključena povezovalna pol colska alkatena cev. Na koncu je nameščen poseben priključek, na katerega priključijo namakalno cev. Uporabljajo enoletne ameriške cevi T tape serije 500 za krajše vrste in serije 700 za daljše vrste. Cevi polagajo ročno, del pa so poskusili tudi strojno s posebnimi nogačami.

Vsak sektor je opremljen s tenziometrom, s katerim merijo količino vlage v tleh. Ko vlaga v tleh pade na spodnjo mejo optimalne preskrbljenosti, pričnejo z namakanjem.

Leto 2005 je bilo zelo mokro, zato so začeli namakati sredi julija in v začetku avgusta. Namakalni sistem je dobro deloval. Problem je bilo le eno hmeljišče, pri katerem je bila višinska razlika med začetkom in koncem vrste hmelja okoli 3 m. V tem primeru voda ni prišla do zadnjih kapljačev v vrsti hmelja. Problem so rešili z zamenjavo cevi tipa 500 s cevmi tipa 700, ki imajo večji presek. Za dognovanje so sprva uporabili PVC škaf, ki pa je zadostoval le za dognovanje enega do dveh sektorjev. Zato so nabavili 1000 litrsko cisterno, v kateri so raztopili gnojilo Haifa Polyfeed 16-8-32 – 2 MgO z mikroelementi. Gnojilo je zadostovalo za dognovanje vseh sektorjev.

Tudi leto 2006 je bilo sprva precej mokro. Vremenske razmere so jih zavedle in cevi so položili prepozno, tako da so pričeli namakati šele v drugi dekadi julija, kar pa ni bilo najbolj optimalno, saj je že konec julija nastopila močna suša. V letu 2006 so dodaten problem predstavljale še sive vrane, ki so vsak dan klujuvale PVC cevi. Težavo so na koncu rešili s plašilcem ptic.

V primerjavi s hmeljišči istega lastnika v Šmartnem pri Slovenj Gradcu so bili rezultati očitni. V namakanih hmeljiščih se razvoj rastlin hmelja ni ustavil. Bolj vitalen je bil že tudi na pogled.

Investicija v postavitev kapljičnega namakalnega sistema je znašala okoli 3,5 mio SIT (14.500 EUR). Hmeljar je z investicijo in posodobitvijo namakalnega sistema zelo zadovoljen in razmišlja še o širitvi.

Prednosti sistema glede na prejšnji način namakanja so: boljša in konstantna preskrba z vodo, manjša poraba vode na hektar, bistveno nižji stroški črpanja vode in možnost fertigacije. S samim namakanjem je zelo malo dela, saj je sistem skoraj popolnoma avtomatiziran. Slabost sistema je sorazmerno visok strošek namakalnih cevi, katere je potrebno položiti ne glede na to ali bomo namakali ali ne.

3 Sklepi

Namakanje nasadov hmelja s kapljičnim namakalnim sistemom je zagotovo dobra odločitev. Še posebno pozitivno je to, da lahko že obstoječe namakalne sisteme preuredimo v ta način. Glede na to, da je večina namakalnih sistemov v slovenskih nasadih hmelja potrebna temeljite obnove, so zaradi lažje odločitve hmeljarjev, predstavljene praktične izkušnje hmeljarja še toliko bolj dobrodošle.

Zagotovo pa je zaradi vseh prednosti, ki jih ima, prihodnost namakanja slovenskih nasadov hmelja v namakanju s kapljičnim namakalnim sistemom.

4 Literatura

Knapič, M. 2002. Namakanje hmeljskih nasadov. Priročnik za hmeljarje, Žalec: 169 - 179
Register pridelovalcev hmelja 2006. MKGP RS, elektronska baza podatkov

Ocenjevanje dohodka na kmetijah in gospodarska moč kmetij

Bernarda ČEBULJ¹, Andrej UDOVČ²

Izvleček

V prispevku predstavljamo rezultate novega pristopa k ocenjevanju dohodkovne sposobnosti kmetij z uporabo indeksa gospodarske moči (IGM). Izračuni so bili opravljeni na treh skupinah proizvodnih modelov kmetij glede na proizvodno usmeritev, velikost, tehnologijo reje, pridelovalne razmere in stopnjo strojne opremljenosti. Rezultati kažejo, da je IGM večine proizvodnih modelov manjšo od 1,0. IGM, večji od 1,0, je ugotovljen le pri modelih 50 ha velikih poljedelskih kmetijah, pri modelih reje krav molznic in modelih vzreje pujskov na 10 ha in 15 ha velikih kmetijah ter pri modelu reje prašičev na 50 ha velikih kmetijah. Pri modelih kmetij s trajnimi nasadi je IGM večji od 1,0 ugotovljen pri 5 ha in 10 ha velikih kmetijah z intenzivno pridelavo jabolk.

Ključne besede: agrarna ekonomika, dohodek, indeks gospodarske moči, modeli

Farm income assessment and economic power of farms

Abstract

The paper presents the results of a novel approach to assessment of farm's economic situation by means of Economic Power Index (IGM). The assessments were made on three groups of farm production models according to the method of production, farm size, breeding technology, production conditions and level of mechanisation. The results shows that IGM is greater the 1,0 only for models of arable production on farms over 50 ha, for models of dairy cow production and piglets production on 10 ha and 15 ha farms. By the models of permanent crop production the IGM over 1,0 was calculated on farms with 5 ha and 10 ha of intensive apple orchards.

Key words: agricultural economics, income, economic power index, models

1 Uvod

Dohodek, ki ga dosegajo na kmetijah, je odvisen od številnih dejavnikov: od splošnega položaja kmetijstva v okviru nacionalne ekonomije in cenovnih razmerij, značilnosti posestne strukture, stopnje tehnološke opremljenosti, ki odločilno vpliva na delovno storilnost, organiziranosti pridelave in trženja, velikosti in proizvodne usmeritve, ...

Kakšen dohodek dosegajo kmetije, je razmeroma težko določiti. Kmetje praviloma ne vodijo poslovne evidence. Stroka spremlja proizvodne stroške in prihodke na kmetijah na bolj ali manj reprezentativnih vzorcih kmetij. Pri nas ta vzorec še vedno ni niti dovolj obsežen niti reprezentativen. Vedno je posredi tudi vprašanje zadostne natančnosti zajemanja podatkov. Vendar je ob današnji organiziranosti ustreznih strokovnih služb že mogoče priti do dovolj zanesljivih podatkov (register kmetijskih gospodarstev, statistični popisi, Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji (Jerič in sod., 2001)), s katerimi je mogoče s pomočjo simulacijskih modelov ocenjevati dohodek in druge ekonomske kazalce za različne velikosti in proizvodne tipe kmetij. Žal pa je to omejeno le na dohodek iz kmetijske dejavnosti. Dohodki iz dopolnilnih in dodatnih dejavnosti na kmetijah so tako tehnološko kot tudi organizacijsko še premalo standardizirani, da bi jih bilo moč dovolj natančno modelno ocenjevati.

Tudi v kmetijstvu deluje splošni razvojni trend, da se gospodarska donosnost na enoto površine relativno zmanjšuje zaradi povečevanja potreb po dohodku, kar pomeni, da z

¹ Dr., Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS, Dunajska 56, 1000 Ljubljana

² Doc. dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

izboljševanjem življenjskega standarda in zaradi tehnološkega razvoja potrebuje delovna moč v kmetijstvu vedno večji obseg proizvodnje za doseganje paritetnega dohodka.

Dohodek slovenskih kmetij, pridobljen samo z delom na kmetiji, je nizek. Modelne mikroekonomske analize s področja kmetijstva navajajo na sklepanje, da je število kmetij, katerim kmetijska pridelava omogoča paritetni, primerljiv dohodek, razmeroma majhno. Postavlja se vprašanje, kakšen je ta dohodek v primerjavi z drugimi primerljivimi dejavnostmi. Odgovor na to vprašanje daje gospodarska moč kmetij. Ta je definirana kot razmerje med letnim dohodkom, ki ga ustvarijo na kmetijskem obratu, in povprečnim letnim bruto dohodkom ter dobičkom na zaposlenega v primerljivi dejavnosti. Dohodek, ki ga ustvari kmetija s kmetijsko dejavnostjo, se ugotovi tako, da se od prihodka iz kmetijstva odštejejo vsi materialni stroški in standardna amortizacija. Dohodek kmetije tako zajema plačo in dobiček. Gospodarsko moč kmetij merimo z indeksom gospodarske moči kmetije – IGM. Gospodarska moč kmetije praktično pove, koliko povprečnih plač iz primerljive dejavnosti ustvarijo na kmetiji s kmetijsko dejavnostjo (brez gozdarske in dopolnilnih dejavnosti).

Pojem gospodarska moč kmetije v agrarno – ekonomski teoriji še ni enoznačno uveljavljen. Gospodarska moč kmetije lahko v najbolj splošnem pomenu uporabljamo za opisovanje gospodarskega potenciala kmetijskih obratov. Tega lahko izražamo na različne načine: z velikostjo obrata, izraženo v ha, z obsegom proizvodnje, izraženo v fizičnih enotah ali vrednostno z obsegom angažiranega kapitala ali z obsegom ustvarjenega dohodka.

Kazalec IGM omogoča različne analize (Kovačič in sod., 2001):

- izraža paritetno gospodarsko moč kmetijskih obratov, kar pomeni, da je vedno upoštevan odnos med gospodarsko uspešnostjo kmetijstva in gospodarsko uspešnostjo celotnega gospodarstva. Če se IGM za enak tip in velikost kmetije v času povečuje, to pomeni, da se ekonomski položaj kmetijstva izboljšuje v primerjavi z ekonomskim položajem celotnega gospodarstva in obratno. Z občasnim ugotavljanjem IGM za zadostno število vzorčnih kmetij in kmetijskih podjetij bo mogoče spremljati, ali se in za koliko se gospodarski položaj kmetijstva relativno slabša oziroma izboljšuje;
- s pomočjo kazalca IGM je mogoče ugotavljati optimalno velikost kmetij za različne proizvodne usmeritve in različno tehnološko raven ter dinamiko spreminjanja (praviloma večanja) optimalne velikosti glede na spremenjene splošne gospodarske razmere. Prav tako je možno simulirati vpliv spremenjenih splošnih gospodarskih razmer in proizvodnih tehnologij na optimalno velikost obratov oziroma na njihovo gospodarsko uspešnost;
- z uporabo kazalca IGM je mogoče zelo natančno meriti vpliv različnih tako naravnih in tehnoloških kot družbenih dejavnikov na gospodarsko uspešnost kmetijskih gospodarstev. Na tej osnovi bo lažje oblikovati agrarno - politične ukrepe oziroma ugotavljati in simulirati njihove učinke.

2 Material in metode dela

Gospodarski potencial kmetije smo želeli izraziti tako, da bo kazalec neposredno odražal razmerje med letnim bruto dohodkom, ki ga daje kmetijska dejavnost na kmetiji, in povprečnim letnim bruto dohodkom na zaposlenega v primerljivi gospodarski dejavnosti. Gospodarska moč kmetij tako odraža gospodarski potencial kmetije kot razmerje med dohodkom, ki ga daje kmetijska dejavnost na kmetiji in povprečno plačo in dobičkom na zaposlenega v primerljivi gospodarski dejavnosti (Kovačič in sod., 2001). Enaka vrednost kazalca gospodarske moči kmetij tako označuje enak primerjalni odnos med dohodkom iz kmetijske in primerljive nekmetijske dejavnosti kljub različni absolutni vrednosti dohodka v različnem času.

Gospodarska moč kmetije praktično pove, koliko povprečnih plač iz primerljive dejavnosti ustvarijo na kmetiji s kmetijsko dejavnostjo (brez gozdarske in dopolnilnih dejavnosti). V dohodek kmetije je mogoče vključiti tudi dohodek iz gozda in dopolnilne dejavnosti, če se z njimi na kmetiji redno ukvarjajo, vendar zaradi primerljivosti ne kaže tega dohodka pripisovati kmetijski dejavnosti, čeprav je za obstoj kmetije morda odločilnega pomena. Morda bi bilo potrebno v takih primerih uporabiti variantni kazalec gospodarske moči kmetije, na primer kompleksna gospodarska moč kmetije.

Gospodarsko moč kmetij merimo z indeksom gospodarske moči kmetije - IGM, ki je definirana z naslednjo enačbo (Kovačič in sod., 2001):

$$IGM = \frac{D_K}{DNK} \dots (1)$$

DK - dohodek, ki ga ustvari kmetija s kmetijsko dejavnostjo

DNK - povprečni bruto dohodek na zaposlenega v primerljivi nekmetijski gospodarski dejavnosti

Da bi zagotovili realno primerljivost in enoznačno uporabo te enačbe, smo morali natančneje definirati tudi obe vrsti dohodka.

Dohodek, ki ga ustvari kmetija s kmetijsko dejavnostjo, smo ugotovili tako, da smo od prihodka iz kmetijstva odšteli vse materialni stroške in standardno amortizacijo. Dohodek tako načeloma zajema plačo in dobiček, ki pomeni oplajanje vrednosti vloženega kapitala.

Kot primerjalno kategorijo smo vzeli povprečno bruto plačo na zaposlenega v primerjalnem sektorju gospodarstva, h kateri je prišteta višina dobička na zaposlenega, ki ga dosega ta sektor gospodarstva. Pri tem se je postavilo vprašanje, kaj vzeti kot primerjalni sektor gospodarstva. Obstaja več možnosti, smiselno pa bi bil izbor med naslednjimi možnostmi:

- celotno gospodarstvo s tem, da vzamemo za primerjavo bruto plačo in dobiček tistega dela zaposlenih, ki opravljajo kvalifikacijsko podobno zahtevna dela,
- povprečna bruto plača in dobiček na zaposlenega v družinskih podjetjih in
- povprečna bruto plača in dobiček zaposlenih v kmetijski dejavnosti, ki predstavlja kmetijska podjetja, ki so nastala iz nekdanjih družbenih kmetijskih gospodarstev oziroma so bila ustanovljena na novo. Za potrebe raziskave smo upoštevali slednjo možnost.

Empirične podatke, ki so služili kot osnova za izvedbo analize, smo pridobili v Katalogu kalkulacij. Poleg uporabljenega Kataloga kalkulacij je bil za potrebe izdelave raziskave razvit model, ki služi izračunu skupnega dohodka kmetijskega gospodarstva glede na:

- uporabljene stroje pri pridelavi rastlin poljedelskih modelov kmetij,
- uporabljene stroje pri pridelavi krmnih rastlin,
- uporabljene stroje pri modelih kmetij s trajnimi nasadi,
- različne tehnologije pri reji živinorejskih modelov kmetij in
- različne proizvodne razmere modelov kmetij s trajnimi nasadi.

Osnovne tehnologije pridelovanja posameznih kultur in reje živali so povzete po Katalogu kalkulacij. Pri drugih, alternativnih tehnologijah pridelovanja, je razlika v tem, da smo namesto v Katalogu kalkulacij določenih strojev uporabili stroje po našem izboru. Različni tehnologiji smo označili s strojno opremljenostjo A in strojno opremljenostjo B. Pri strojni opremljenosti A so uporabljeni stroji, ki predstavljajo optimalno izbiro strojev, ki se lahko uporabljajo v naših razmerah in so določeni na osnovi izkušenj kmetijskih svetovalcev in drugih strokovnjakov. Pri strojni opremljenosti B smo upoštevali primerljive, vendar večje,

zmogljivejše in tudi dražje stroje kot pri strojni opremljenosti A. Pri obeh stopnjah strojne opremljenosti smo predvideli tudi različne možne kombinacije najema strojnih storitev.

3 Rezultati z diskusijo

V preglednici 1 so predstavljeni izračuni indeksa gospodarske moči za vse obravnavane proizvodne modele kmetij glede na stopnjo strojne opremljenosti in način izračunavanja amortizacije. Kot je iz nje razvidno, pozitiven IGM izkazujejo modeli poljedelskih kmetij, velikih 50 ha, ter še modeli kmetij z rejo krav molznic, vzrejo pujskov, rejo prašičev pitancev, pridelovanjem jabolk v travniških sadovnjakih, pridelovanjem jabolk v intenzivnih nasadih na šibkih podlagah z gostoto 4.000 dreves/ha in modeli kmetij s pridelovanjem grozdja v Primorskem rajonu. Vsi drugi obravnavani modeli izkazujejo negativno vrednost IGM, kar pomeni, da prihodki ne pokrivajo niti proizvodnih stroškov.

Pri izračunu povprečnih IGM smo ugotovili, da nekateri modeli presegajo vrednosti 1,0 in celo 2,0. Dodatni izračuni IGM/PDM pa so pokazali, da le vzreja pujskov pri modelih velikosti 10 in 15 ha omogoča IGM/PDM, ki je večji od 1,0 (PDM – polnovredna delovna moč. Vrednost 1 PDM predstavlja delovni potencial osebe v aktivni delovni dobi, ki je polno zaposlena samo v osnovni kmetijski dejavnosti). Največji IGM/PDM izkazuje 15 ha velik model z vzrejo pujskov. Njegova vrednost znaša 1,19.

Z večanjem velikosti kmetije se pri večini proizvodnih modelov IGM povečuje. Izjema so modeli reje krav dojilj, reje telic, reje govejih pitancev in modeli pridelovanja grozdja v Podravskem rajonu, kjer je IGM pri vseh velikostnih razredih v povprečju enako negativen. Drugi del ugotovitve se glede na empirične izkušnje ne zdi logičen. Vendar v okviru naše raziskave nismo mogli preveriti, kateri dejavniki vplivajo na to, da pozitivna korelacija med velikostjo kmetije in IGM pri teh proizvodnih modelih ne nastopa. Problem bi kazalo podrobneje preučiti.

Na vrednosti IGM vplivajo tudi tehnologije reje in proizvodnje. Pri različnih tehnologijah reje, ki smo jih upoštevali pri reji krav molznic, razlike med tehnologijami niso velike in pri nobenem primeru ne presežejo enega odstotka. Pri vseh primerih pa gre za razliko v korist proste reje v primerjavi z vezano rejo in v korist molže na molzišču v primerjavi z molžo s pomočjo mlekovodnega sistema.

Nekoliko večje razlike kot pri vplivu tehnologije reje so pri primerjavi IGM glede na proizvodne razmere kmetij s trajnimi nasadi. V povprečju so vrednosti IGM za 3,4 odstotke višje pri pridelovanju na ravnini oziroma na nagibu do 30 odstotkov kot pri pridelovanju na brežinah oziroma na nagibu, ki je večji od 45 odstotkov. Vrednosti IGM/PDM so pri enakih primerjavah v povprečju višje za 0,5 odstotkov v korist nasadov, ki ležijo na manj strmih terenih.

Ko smo primerjali IGM glede na strojno opremljenost, smo ugotovili, da modeli v večini primerov dosegajo večji IGM pri strojni opremljenosti A. Ugodnejši IGM pri strojni opremljenosti B izkazujejo nekateri modeli poljedelskih kmetij ter modeli s srednje intenzivno in intenzivno rejo govejih pitancev. Modeli z vzrejo pujskov in prašičev pitancev dosegajo ugodnejši IGM pri strojni opremljenosti B šele pri preračunu le tega na eno PDM. Pri poljedelskih kmetijah se dosega ugodnejše rezultate pri strojni opremljenosti B pri kolobarju s pridelovanjem pšenice, sladkorne pese in krompirja ter pri kolobarju s pridelovanjem sladkorne pese, koruze za zrnje in pšenice. V številkah to pomeni, da je pri uporabi strojne opremljenosti A IGM za 21,5 odstotkov večji kot pri uporabi strojne opremljenosti B. Izračunani IGM/PDM pa so pri strojni opremljenosti A za 10 odstotkov večji kot pri strojni opremljenosti B.

Preglednica 1: Pregled IGM posameznih modelov kmetij

Modeli	Strojna opremljenost A				Strojna opremljenost B			
	IGM _{kmet.}		IGM _{gosp.}		IGM _{kmet.}		IGM _{gosp.}	
	A _ε	A _k	A _ε	A _k	A _ε	A _k	A _ε	A _k
PK 50III	-	-	-	-	0,33	0,60	0,31	0,57
ZM IVb pa, mt, ts, zk, ks	1,55	1,77	1,46	1,68	1,37	1,51	1,30	1,42
ZD III pa, mtSb	-0,10	-0,09	-0,10	-0,09	-0,10	-0,09	-0,10	-0,09
ZTI pa, mt	-0,23	-0,21	-0,22	-0,20	-0,24	-0,23	-0,23	-0,21
ZGPt I mt, zk, ts	-0,52	-0,49	-0,49	-0,46	-0,54	-0,52	-0,51	-0,50
ZGPsri I mt, ks	-0,33	-0,31	-0,32	-0,29	-0,32	-0,31	-0,31	-0,30
ZGPint III mt, ks, skzSs	-0,15	-0,09	-0,14	-0,08	-0,12	-0,07	-0,11	-0,07
ZPpu III skzSs, jeSs	2,65	2,69	2,51	2,54	2,63	2,66	2,49	2,52
ZPp IV skzSsjeSs	1,39	1,51	1,32	1,51	1,34	1,42	1,27	1,35
STs III konzum	0,91	0,91	0,86	0,86	0,89	0,89	0,84	0,84
Sint 2.500 Ia	-0,32	-0,30	-0,31	-0,29	-0,37	-0,36	-0,35	-0,34
Sint 4.000 IIIa	2,34	2,41	2,21	2,28	2,18	2,22	2,06	2,10
Vpri IIIa	0,23	0,25	0,22	0,23	0,12	0,14	0,11	0,14
Vpo Ic	-0,15	-0,14	-0,14	-0,13	-0,15	-0,14	-0,14	-0,13

Legenda: (pridelava povzeta po Katalogu kalkulacij (Jeric in sod., 2001))

IGM kmet. – indeks gospodarske moči kmetij v primerjavi s povprečnim bruto dohodkom in čistim dobičkom na zaposlenega v kmetijskih podjetjih za leto 2001

IGM gosp. – indeks gospodarske moči kmetij v primerjavi s povprečnim bruto dohodkom in čistim dobičkom na zaposlenega v gospodarstvu za leto 2001

PK 50III – 50 ha poljedelska kmetija s triletnim kolobarjem,

ŽM IVb pa, mt, ts, zk, ks – 50 ha kmetija z rejo krav molznic, s pašniki in pridelovanjem mrve, sušene na tleh, travne silaže, zelene krme in koruzne silaže

ŽDIII pa, mtSb – 15 ha kmetija z rejo krav dojilj, s pašniki in pridelovanjem mrve, baliranje najeta storitev

ŽTI pa, mt – 5 ha kmetija z rejo telic, s pašniki in pridelovanjem mrve, sušene na tleh

ŽGPt I mt, zk, ts – kmetija z rejo govejih pitancev na travinju, velika 5 ha, s pridelovanjem mrve, sušene na tleh, zelene krme in travne silaže

ŽGPsri I mt, ks – 5 ha kmetija s srednje intenzivno rejo govejih pitancev, s pridelavo mrve, sušene na tleh in koruzne silaže

ŽGPint III mt, ks, skzSs – 15 ha kmetija z intenzivno rejo govejih pitancev, s pridelavo mrve, sušene na tleh ter koruzne silaže in koruznega zrna, spravilo je najeta storitev

ŽPpu III skzSsjeSs – 15 ha kmetija z vzrejo pujskov, s pridelavo koruze za zrnje in ječmena, spravilo je najeta storitev

ŽPp IV skzSsjeSs – 50 ha kmetija z rejo prašičev pitancev, s pridelavo koruze za zrnje in ječmena, spravilo je najeta storitev

STs II konzum – kmetija s pridelovanjem konzumnih jabolk v visokodebelnem travniškem sadovnjaku, velikem 2 ha

Sint 2.500 Ia – kmetija s pridelovanjem jabolk v nasadu na šibkih podlagah, z gostoto 2.500 dreves/ha, velikem 3 ha

Sint 4.000 IIIa – kmetija s pridelovanjem jabolk v nasadu na šibkih podlagah, z gostoto 4.000 dreves/ha, velikem 10 ha

Vpri IIIa – kmetija s pridelovanjem grozdja v Primorskem rajonu z vinogradi na ravnini, velikem 10 ha

Vpo Ic – kmetija s pridelovanjem grozdja v Primorskem rajonu z vinogradi v nagibu, velikem 3 ha

A_ε – amortizacija obračunana po časovni metodi

A_k – amortizacija obračunana po kombinirani metodi

Pri izračunavanju IGM ni bilo mogoče upoštevati vseh vrst prihodkov, ki jih kmetje lahko danes pridobijo s subvencijami. Pri kalkulacijah, ki smo jih povzeli iz Kataloga kalkulacij iz leta 2001, so upoštevane subvencije pri pridelovanju pšenice, ječmena, sladkorne pese, koruze za zrnje, siliranega koruznega zrnja, koruze za silažo, pri pitanju krav dojilj, govejih pitancev in vzreji pujskov. Upoštevane so tudi podpore za obnovo trajnih nasadov. Danes lahko kmetje pridobijo še številne druge podpore, tako da si na ta račun lahko precej izboljšajo dohodkovni položaj.

Pri izračunu IGM smo ugotovili, da nekateri modeli presegajo vrednosti 1,0 in celo 2,0. Dodatni izračuni IGM/PDM pa so izkazali, da le vzreja pujskov pri modelih velikosti 10 in 15 ha omogoča IGM/PDM, ki je večji od 1,0. Največji IGM/PDM med vsemi upoštevanimi modeli izkazuje 15 ha velik model s prirejo pujskov. Njegova vrednost znaša 1,19.

4 Sklepi

Rezultati raziskave kažejo, da na gospodarsko moč kmetij pomembno vpliva proizvodna usmeritev, pri čemer obstajajo glede na proizvodno usmeritev precejšnje razlike.

Z večanjem velikosti kmetije se pri večini proizvodnih modelov IGM povečuje. Izjema so modeli reje krav dojilj, reje telic, reje govejih pitancev in modeli pridelovanja grozdja v Podravskem rajonu, kjer je IGM pri vseh velikostnih razredih enako negativen.

Gospodarska moč je odvisna tudi od strojne opremljenosti. Modeli v večini primerov dosegajo večji IGM pri strojni opremljenosti A. Ugodnejši IGM pri strojni opremljenosti B izkazujejo nekateri modeli poljedelskih kmetij ter modeli s srednje intenzivno in intenzivno rejo govejih pitancev.

Glede na to, da je v Sloveniji kmetij, ki ustrezajo preučevanim modelom z IGM, ki je enak ali večji od ena, zaradi neugodne velikostne strukture zelo malo, lahko sklepamo, da je gospodarska moč kmetij v Sloveniji skromna. Na veliki večini kmetij kmetijska dejavnost ne zagotavlja paritetnega dohodka niti eni delovni moči. Kljub temu velika večina kmečkih gospodinjstev v Sloveniji dosega razmeroma solidno življenjsko raven. To neskladje lahko obrazložimo z nekaterimi poznanimi dejstvi. Poudarimo predvsem dve:

a) dohodek iz kmetijstva večini kmečkih gospodinjstev predstavlja le del skupnega dohodka in

b) na kmetijah stalne stroške oziroma amortizacijo prelivajo v osebno porabo, ker jim zanjo zmanjka dohodka. Pri tem se zastavlja osnovno vprašanje, kako bodo kmetije ob ugotovljeni ravni dohodka lahko zagotovile obnovo osnovnih sredstev (strojev, nasadov in zgradb), ko bodo le ta iztrošena. In še dodatno vprašanje: ali bodo tedanji lastniki kmetij še pripravljeni vlagati izven kmetijstva pridobljen dohodek v kmetijo in za obstoj kmetije?

Za bolj natančno sliko gospodarske moči kmetije je potrebno upoštevati tudi obseg delovne sile na kmetiji. Kmetije, ki dosegajo večji IGM, so praviloma večje in zaposlujejo tudi več delovne sile. Zaradi tega je IGM potrebno vedno interpretirati glede na obseg potrebnega dela na kmetiji, ki ga lahko izrazimo s številom PDM.

5 Literatura

- Jerič, D., Caf, A., Jamnik, S., Kocijančič, M., Leskovar, S., Oblak, O., Simončič, D., Simončič, J., Sotlar, M., Strniša, T. 2001. Katalog kalkulacij za načrtovanje gospodarjenja na kmetijah v Sloveniji. Kmetijska založba, Slovenj Gradec: 169 s.
- Kovačič, M., Udovč, A., Čebulj, B. 2001. Dohodek na kmetijah. Zbornik Biotehniške Fakultete Univerze v Ljubljani. Kmetijstvo, 2: 247-266

Varnost in zdravje pri delu in vloga KGZS

Martin MAVSAR¹

Izvelek

Kmetijska svetovalna služba Slovenije, ki deluje v okviru Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, je za izvajanje strokovnih nalog s področja varnosti in zdravja pri delu v letu 2002 usposobila nekaj svojih strokovnjakov. Glavni cilj izvajanja nalog temelji na zmanjševanju nesreč pri delu v kmetijstvu in gozdarstvu z rednim usposabljanjem kmetov. Po podatkih Gozdarskega inštituta Slovenije, Sveta za preventivo in vzgojo v cestnem prometu ter Policije, se v Sloveniji v povprečju letno zgodi okoli 50 nesreč s smrtnim izidom pri delu v kmetijstvu in gozdarstvu.

Ključne besede: izjava varnosti z oceno tveganja, nesreče, usposabljanje kmetov, varnost pri delu

Health and Safety at work and importance of Chamber of agriculture and forestry of Slovenia

Abstract

Slovenian agriculture advisory service, which works inside the Chamber of agriculture and forestry of Slovenia, educated in year 2002 some experts for exercise's for health and safety sphere. The main target of this execution based on decrease accidents at work in agriculture and forestry with ordinary qualifying for farmers. The dates from Slovenian forestry institute, Slovene Road Safety Council and Slovene Police show us number of accidents at work in agriculture and forestry with death issue. The result of this dates show us that in Slovenia happens about 50 accidents with death issue per year.

Key words: health and safety at work act, accidents, qualifying for farmers, safety at work

1 Uvod

V kmetijstvu velja varnost in zdravje pri delu za področje, kateremu se je tako v preteklosti kot sedanjosti namenjalo precej pozornosti. Kljub obilici vložene energije, truda in prizadevanja za povečanje varnosti na kmetijah pa statistika kaže, da se na slovenskih kmetijah pri delu vsako leto poškoduje še vedno zelo veliko ljudi oziroma delavcev na kmetiji, med katerimi je na žalost tudi veliko otrok, mlajših od 15 let. Kmetijstvo in gozdarstvo sta panogi, ki sta zastopani na večini slovenskih kmetij, delavci na kmetijah pa so izpostavljeni številnim nevarnostim. Še vedno so glavni vzroki za nastanek nezgod neprevidnost, lahkomiselnost, precenjevanje sposobnosti, slaba usposobljenost za delo in zanemarjanje uporabe osebne varovalne opreme. Pri nesrečah na kmetiji se največkrat poškodujejo gospodarji ali ožji družinski člani. Hujša poškodba ali celo smrt gospodarja lahko na kmetiji ohromi ali popolnoma ustavi razvoj, kar ima pogosto za posledico poslabšanje socialne varnosti družine.

2 Material in metode dela

Osnova za pripravo prispevka s področja varnosti in zdravja pri delu so podatki Ministrstva za notranje zadeve, Gozdarskega inštituta Slovenije ter Kmetijsko gozdarskih zavodov, ki delujejo v okviru Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije. Kot vir informacij smo uporabljali tudi veljavno zakonodajo in predpise s področja varnosti in zdravja pri delu. Vsi predpisi s področja varnosti in zdravja pri delu imajo za osnovo zakon o varnosti in zdravju pri delu (U. l.

¹ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Kmetijsko gozdarski zavod Novo mesto, Šmihelska 14, 8000 Novo mesto, e-pošta: martin.mavsar@gov.si

RS. št. 56/1999). S tem zakonom se določajo pravice in dolžnosti delodajalcev in delavcev v zvezi z varnim in zdravim delom ter ukrepi za zagotavljanje varnosti in zdravja pri delu. Določbe tega zakona se uporabljajo v vseh dejavnostih za vse osebe, ki so po predpisih o pokojninskem in invalidskem zavarovanju zavarovane za primer poškodbe pri delu in poklicne bolezni, kakor tudi za vse druge osebe, ki so navzoče v delovnem procesu. Zakon o varnosti in zdravju pri delu kmeta obravnava v isti osebi kot delavca in delodajalca. Po definiciji zakona je delavec – oseba, ki pri delodajalcu opravlja delo na podlagi pogodbe o zaposlitvi. Kot delavec v smislu tega zakona se šteje tudi oseba, ki na kakršnikoli drugi pravni podlagi opravlja delo za delodajalca ali opravlja samostojno poklicno, kmetijsko ali drugo dejavnost in oseba, ki pri delodajalcu opravlja delo zaradi usposabljanja. Delodajalec je po definiciji zakona oseba, ki na podlagi pogodbe o zaposlitvi zaposluje delavca. Kot delodajalec v smislu tega zakona se šteje tudi oseba, ki na kakršnikoli drugi pravni podlagi zaposluje delavca. Kot delodajalec se šteje tudi kmet ali fizična oseba, ki sam ali s člani svojih gospodarstev oziroma z družinskimi člani opravlja kmetijsko, pridobitno ali drugo dejavnost kot edini ali glavni poklic in ne zaposluje drugih oseb. Izjava o varnosti je listina, ki vsebuje opis delovnega procesa z ocenjevanjem tveganja za poškodbe in zdravstvene okvare ter določa varnostne ukrepe. Po definiciji zakona o varnosti in zdravju pri delu je strokovni delavec oseba, ki ji delodajalec poveri opravljanje strokovnih nalog varstva pri delu.

3 Rezultati z diskusijo

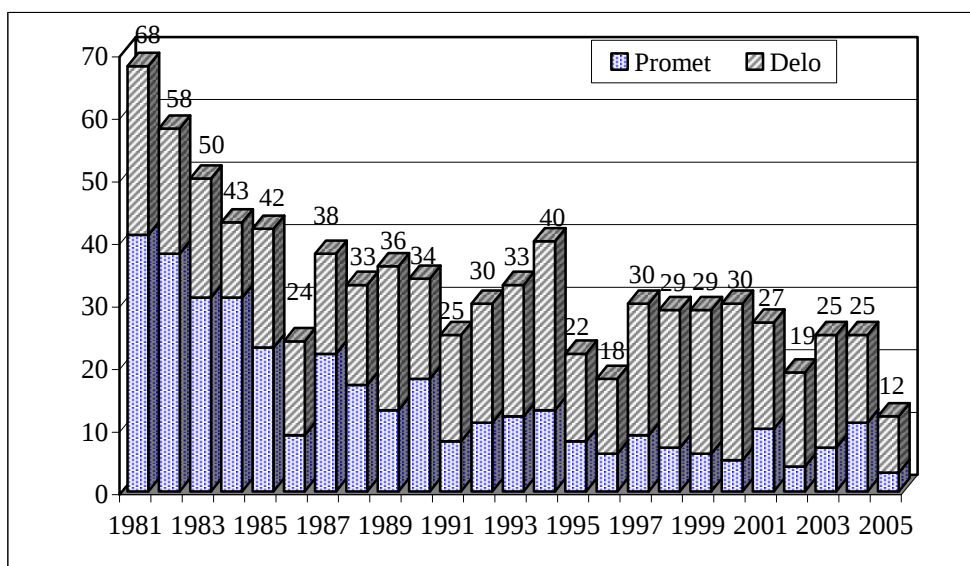
3.1 ŠTEVILO UMRLIH IN POŠKODOVANIH V PROMETNIH IN DELOVNIH NESREČAH S TRAKTORJEM

Pogosto se ob različnih priložnostih in strokovnih debatah tema dotakne tudi varnosti pri delu v kmetijstvu. V Sloveniji je od leta 1981 do 2005 umrlo zaradi posledic prometnih in delovnih nesreč s traktorjem 820 ljudi, predvsem voznikov traktorjev in sopotnikov na traktorju, prikolici in traktorskih priključkih. Velika večina nesreč (nad 75 %) se je zgodila zaradi prevrnitve traktorja, ko je pod seboj pokopal voznika in sopotnike (Žlender, Juvan, Štaba 2005). Po uveljavitvi Zakona o varnosti v cestnem prometu (Ur. l. SRS. Št. 5/82), ki je določil, da morajo imeti vsi traktorji, ki se dajejo v promet od 1. 1. 1984, vgrajeno varnostno kabino ali lok, lastniki starih traktorjev pa so morali opremiti svoje traktorje s kabino ali lokom do 1. 1. 1986, se je zmanjšalo število žrtev v cestnem prometu. Za druge traktorje, ki niso evidentirani, pa kabina ali lok nista obvezna in število žrtev pri delu s traktorjem ne zmanjšuje. Večina traktorjev, s katerimi se zgodijo najhujše nesreče, je brez kabine ali loka in pogosto tehnično pomanjkljivo opremljena (Žlender, Juvan, 2002).

Večina traktoristov je v nesrečah umrlo zaradi neposredne prevrnitve traktorja, ki je najpogostejše posledica treh okoliščin. Do prevrnitve prihaja najpogostejše zaradi neprevidne vožnje čez rob, slabe ocene nagiba in nepravilne izbire prestave za vožnjo navzdol, preobtežitve prikolice ali neustreznih zavor na prikolici, ki porine traktor, da se ta prevrne. Skupno je ne glede na prvotno okoliščino, zaradi katere je prišlo do nesreče, kar v 75% nesreč prevrnitev traktorja razlog za hudo poškodbo ali smrt (Žlender in Juvan, 2002).

Po podatkih, navedenih na sliki 1, lahko ugotovimo, da je od leta 1981 do 2005 v povprečju na leto pri prometnih in delovnih nesrečah s traktorjem umrlo 33 oseb. Poleg tega se je v Sloveniji v obdobju od 1997 do 2005 zgodilo povprečno 14 nezgod s smrtnim primerom pri nepoklicnem delu v gozdovih (Medved, 2006). Če gozdarskemu sektorju prištejemo 33 mrtvih pri prometnih in delovnih nesrečah s traktorjem in dodamo še ostale nesreče s smrtnim izidom v kmetijstvu, ugotovimo, da v kmetijskem in gozdarskem sektorju izgubi življenje okoli 50 oseb letno, kar je prav gotovo zaskrbljujoč podatek.

Na osnovi podatkov o številu poškodovanih, ki jih evidentira policija ob nastanku prometne in delovne nesreče, je v preglednici 1 razvidno, da je število poškodovanih pri prometnih nesrečah s traktorjem nekoliko manjše od števila poškodovanih pri delovnih nesrečah s traktorjem. Pri tem je treba poudariti, da je podatek o številu poškodovanih pri prometnih nesrečah s traktorjem po mnenju policije dokaj natančen, medtem ko število poškodovanih pri delovnih nesrečah lahko precej odstopa, ker vseh dogodkov policija ne obravnava, kar na žalost pomeni, da lahko ti podatki odstopajo le navzgor.



Slika 1: Število umrlih v nesrečah pri delu s traktorjem od leta 1981 do 2005 (Dolenšek, Bernik, Oljača, 2005)

Preglednica 1: Število poškodovanih v prometnih in delovnih nesrečah s traktorjem od leta 2000 do leta 2005 (Policija, 2006)

Leto	Število poškodovanih	
	Prometne nesreče	Delovne nesreče
2000	15	42
2001	22	58
2002	14	45
2003	22	44
2004	20	46
2005	21	57

3.2 USPOSABLJANJE KMETIJSKIH SVETOVALCEV S PODROČJA VARNOSTI IN ZDRAVJA PRI DELU

Zakon o spremembi in dopolnitvi zakona o varnosti in zdravju pri delu (U. l. RS. št. 64/2001) v 1. členu pravi, da morajo delodajalci, ki kot kmetje ali fizične osebe sami ali s člani svojih gospodarstev oziroma z družinskimi člani opravljajo kmetijsko, pridobitno ali drugo dejavnost kot edini ali glavni poklic in ne zaposlujejo drugih oseb, urediti varnost in zdravje pri delu v skladu z določbami tega zakona do 31.12. 2002.

Kmetijska svetovalna služba Slovenije, ki deluje v okviru Kmetijsko gozdarske zbornice Slovenije, je leta 2002 aktivno pristopila k usposabljanju svojih delavcev s področja varnosti in zdravja pri delu. Na Kmetijsko gozdarskem zavodu v Celju je bilo meseca junija 2002 organizirano 40-urno strokovno usposabljanje za 30 kmetijskih svetovalcev iz vse Slovenije kot priprava za opravljanje strokovnega izpita iz varnosti in zdravja pri delu.

Oktobra leta 2002 so vsi kmetijski svetovalci, udeleženci usposabljanja, opravili strokovni izpit iz varnosti in zdravja pri delu za delavce, ki opravljajo strokovne naloge s področja varnosti in zdravja pri delu.

Ko so bili opravljeni strokovni izpiti, so morali vsi Kmetijsko gozdarski zavodi pridobiti še dovoljenje za opravljanje strokovnih nalog varnosti pri delu, ki ga izda Ministrstvo za delo, družino in socialne zadeve. Vsi Kmetijsko gozdarski zavodi so bili pri pridobivanju dovoljenja uspešni in tako prejeli dovoljenje za delo za:

- izdelovanje strokovnih podlag za izjavo o varnosti in
- pripravljanje in izvajanje usposabljanja delavcev za varno delo.

3.3 PRIPRAVA PROGRAMA ZA TEORETIČNO IN PRAKTIČNO USPOSABLJANJE KMETOV

Spomladi leta 2003 je ožja skupina kmetijskih svetovalcev začela s pripravo programa za teoretično in praktično usposabljanje kmetov s področja varnosti in zdravja pri delu. Program je bil izdelan v skladu s pedagoško-andragoškimimi načeli in temu je bila prirejena tudi njegova vsebina, ki je bila razdeljena na tri dele: splošni del, posebni del, konkretni del.

Program praktičnega usposabljanja je vseboval:

- opis učnih metod, ki se uporabljajo pri usposabljanju, z upoštevanjem pedagoško-andragoških načel,
- opomnik, v katerem je prikazana struktura učnih vsebin,
- potrebni čas za pridobivanje in utrjevanje varnih načinov obnašanja v konkretnem delovnem okolju,
- didaktične in učne pripomočke, ki so potrebni za izvedbo usposabljanja,
- izvajalce usposabljanja.

Ob koncu vsakega usposabljanja je sledilo še preverjanje znanja in usposobljenosti za varno delo s preizkusi teoretične in praktične usposobljenosti.

Po 3. členu zakona o varnosti in zdravju pri delu so se bili dolžni usposabljanja udeležiti vsi tisti kmetje, ki jim kmetijska dejavnost predstavlja glavni in edini poklic, in ki ga opravljajo sami ali z družinskimi člani, vendar brez zaposlenih in so zdravstveno zavarovani kot kmetje.

Preglednica 2: Število usposobljenih kmetov, ki so se udeležili usposabljanj s področja varnosti in zdravja pri delu, ki jih je organizirala Kmetijska svetovalna služba

Leto	Število izvedenih usposabljanj po lokacijah	Število usposobljenih kmetov
2003	32	1285
2004	128	5671
2005	29	963
Skupaj	189	7919

3.4 IZDELAVA IZJAV O VARNOSTI Z OCENO TVEGANJA

Po zaključenih usposabljanjih kmetov s področja varnosti in zdravja pri delu je sledila izdelava izjav o varnosti z oceno tveganja. Nevarnost je okoliščina ali stanje, ki lahko ogrozi

ali poškoduje delavca oziroma okvari njegovo zdravje. Tveganje je verjetnost, da nevarnost povzroči poškodbo ali zdravstveno okvaro. Ocenjevanje tveganja je sistematično evidentiranje in proučevanje vseh dejavnikov delovnega procesa z namenom ugotoviti možne vzroke za nastanek poškodb pri delu, poklicnih boleznih, bolezni v zvezi z delom in možnosti preprečevanja, odpravljanja in zmanjševanja tveganj.

Strokovni delavci Kmetijske svetovalne službe, usposobljeni za opravljanje nalog s področja varnosti in zdravja pri delu, so v letih 2003, 2004 in 2005 za zainteresirana kmetijska gospodarstva izdelovali izjave o varnosti z oceno tveganja.

Preglednica 3: Število izdelanih izjav o varnosti za kmetije, ki so jih izdelali kmetijski svetovalci ali pa so pri izdelavi le sodelovali

Leto	Število izdelanih izjav o varnosti za kmetije
2003	189
2004	2854
2005	281
Skupaj	3324

3.5 VLAGANJE ZAHTEVKOV ZA PRIDOBITEV SREDSTEV IZ NASLOVA EU STANDARDOV

V okviru Programa razvoja podeželja za RS 2004-2006 je bila tudi podpora z naslovom Izvajanje EU standardov, ukrep Varnost in zdravje pri delu. Za pridobitev sredstev iz naslova izvajanja EU standardov so morali kmetje (delavci in hkrati delodajalci na kmetijskih gospodarstvih):

- zagotavljati, da so usposobljeni za opravljanje varnega dela na kmetiji,
- pridobiti izjavo o varnosti z oceno tveganja za delo na kmetiji,
- opraviti obdobjni zdravniški pregled,
- opraviti periodične preiskave delovnega okolja ter periodične preglede in preizkuse delovne opreme.

Kmetje, ki so izpolnjevali zgoraj naštetе pogoje so lahko v letu 2004 oddali vlogo za pridobitev sredstev. Plačilo za prvega delavca na kmetijskem gospodarstvu je znašalo 969 € za drugega in vsakega naslednjega delavca na kmetiji pa 274 €. Plačila so regresivna, kar pomeni, da so tisti, ki so oddali vlogo v letu 2004 in 2005, dobili za leto 2005 le 80-odstotni znesek v primerjavi z letom 2004.

Zahtevke za standard varnost in zdravje pri delu je v letu 2004 vlagalo 5.640 kmetijskih gospodarstev od tega 4.923 nosilcev in 2.054 članov kmetijskih gospodarstev. V letu 2005 pa 6.545 kmetijskih gospodarstev od tega 4.873 nosilcev in 3543 članov kmetijskih gospodarstev (MKGP 2006). Po podatkih Zavoda za zdravstveno zavarovanje Slovenije je bilo na dan 31. 12. 2004 v Sloveniji 16.139 kmetov in 10.541 po njih zavarovanih družinskih članov, 31. 12. 2005 pa 16.770 kmetov in 11.056 po njih zavarovanih družinskih članov (ZZZS, 2006).

4 Sklepi

Sklenemo lahko:

- V Sloveniji je od leta 1981 do 2005 umrlo zaradi posledic prometnih in delovnih nesreč s traktorjem 820 ljudi, predvsem voznikov traktorjev in sopotnikov na traktorju, prikolici in traktorskih priključkih.

- V slovenskem kmetijskem in gozdarskem sektorju izgubi življenje v povprečju 50 oseb letno.
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu šteje kmeta kot delavca in delodajalca, zato je leta dolžan izpolnjevati vse predpise s tega področja.
- Kmetijsko gozdarski zavodi, ki delujejo v okviru Kmetijske gozdarske zbornice Slovenije, so pridobili dovoljenje za delo za: izdelovanje strokovnih podlag za izjavo o varnosti in pripravljanje in izvajanje usposabljanja delavcev za varno delo.
- Kmetijski svetovalci – strokovni delavci za izvajanje nalog s področja varnosti in zdravja pri delu, so od leta 2003 do 2005 za varno delo usposobili ali sodelovali pri usposabljanju 7919-ih kmetov in izdelali ali sodelovali pri izdelavi 3324-ih Izjav o varnosti z oceno tveganja.
- Zahteve za standard varnost in zdravje pri delu je v letu 2004 vlagalo 5.640 kmetijskih gospodarstev od tega 4.923 nosilcev in 2.054 članov kmetijskih gospodarstev. V letu 2005 pa 6.545 kmetijskih gospodarstev od tega 4.873 nosilcev in 3543 članov kmetijskih gospodarstev.

5 Literatura

- Dolenšek, M., Bernik, R., Oljača, M.V. 2005. Razvoj traktorja u Sloveniji zadnjih 15 godina, Zbornik referatov Tehnika u poljoprivredi: 9-11
- Lavrih, V. 2006. Podatki o številu kmečkih zavarovancev, ZZZS
- Medved, M. 2006. Podatki o delovnih nezgodah v gozdovih MNZ, preračuni GIS
- Žlender, B., Juvan, I., Štaba, R. 2005. Kmetijski stroji – poguba ali pomoč: 4
- Žlender, B., Juvan, I. 2002. Nesreče pri delu in vožnji s traktorjem za obdobje 1981-2002: 1-5
- Zakon o varnosti in zdravju pri delu (Uradni list RS št. 56/99, 1999)
- Stanje vlog za ukrepe Programa razvoja podeželja za Republiko Slovenijo 2004-2006 za leti 2004 in 2005. <http://www.mkgp.gov.si> sept. 2006
- Služba za odnose z javnostmi. <http://www.policija.si/si>, september 2006

Strategija pridelovanja pšenice v obdobju po drugi svetovni vojni; možnosti Slovenije po vstopu v EU, rezultati trajnih poskusov v dveh pedoklimatsko različnih območjih

Anton TAJNŠEK¹, Igor ŠANTAVEC²

Izvleček

Za obdobje 1947-2006 so prikazani trendi hektarskih pridelkov pšenice v Sloveniji, v odvisnosti od strategije tehnoloških ukrepov. Relativna rast pridelkov je bila najhitrejša (letno 7,8%) do leta 1961, ko so domače sorte nadomeščali z italijanskimi rodovitnimi a nekakovostnimi sortami. Do leta 1976 sledi obdobje počasnejše rasti (2,6%), ko so uvajali kakovostnejše domače sorte, ki pa jim tehnologija za italijanske sorte ni ustrezala. Količinsko je bila najhitrejša rast pridelkov v obdobju 1977-1991, z letnim povečanjem 1,25 dt/ha (relativna rast 5,1%). Ta napredek je bil posledica izboljšanja celotne tehnologije pridelovanja pšenice (kolobar, priprava njive, kakovostno seme, uvedba vozništev, EC-skala, dve spomladanski dognojevanji z N ob določenih fenofazah, varstvo pred boleznimi, pleveli in škodljivci), intenzivnega pospeševalnega dela s kmeti, vključno z dvema monografijama o pšenici oziroma žitih ter številnimi strokovnimi članki. Obdobje med letoma 1992 in 2006 zaznamuje stagnacija rasti pridelkov pšenice (rast 0,6%) in dohodkov kot posledica nedodelanosti agrotehničnih ukrepov, zlasti strategije gnojenja za sorte iz EU. V okviru dveh trajnih poskusov v Rakičanu in Jablah (obdobje 2004-2006), s kolobarjem koruza-pšenica-ječmen oziroma oves, so prikazani rezultati različnih tehnologij pridelovanja pšenice. Na meljasto peščenih tleh v Rakičanu je dal postopek z zaoravanjem tako gnoja kot slame največje pokritje (dobiček) pri gnojenju z mineralnim N v enem do dveh spomladanskih obrokih (65-130 kg/ha N oziroma 73-147 kg.ha⁻¹ mineralnega N v povprečju kolobarja). V vlažnih razmerah Jabla na meljasto ilovnatih tleh pa sta dala v obeh sistemih – z gnojem in slamo – največje finančno pokritje dva spomladanska obroka v višini 130 kg.ha⁻¹ N. Na obeh lokacijah so se pridelki pri odmerkih N nad 130 kg.ha⁻¹ sicer še polagoma povečevali, vendar so bili stroški gnojenja višji, kot je bila vrednost prirastka pridelka. V Rakičanu se je ob tem zmanjševala hektolitrsko masa zrnja, kar znižuje prodajno ceno pšenice. Sklepamo lahko, da so trije spomladanski obroki N negospodarni, še zlasti v sušnih razmerah vzhodne Slovenije.

Ključne besede: tehnologija pridelovanja pšenice, sorta, gnojenje z dušikom, trajni poskus, finančno pokritje, hektolitrsko masa

Strategy of wheat production in the period after the Second World War; possibilities of Slovenia after EU entrance, results of long-term experiments in two different pedoclimatic regions

Abstract

For the period 1947-2006 trends of wheat yields in Slovenia are presented in dependence of agrotechnical arrangements. Relative yield growth was the highest (7.8% annually) until 1961, when Slovene varieties were replaced by Italian ones which had higher yields but lower quality on the other hand. Until 1976 the growth of yields was lower (2.6% annually); at that time new Slovene varieties (for which the same technology as for Italian varieties was not suitable) were introduced, namely. Considering quantity, the highest yield growth was in the period from 1977 to 1991, when annual increase of wheat yield was 1.25 dt.ha⁻¹ (relative growth of 5.1%). That increase was a consequence of the complete improvement in wheat production technology (field crop rotation, soil tillage, seed of higher quality, introduction of tramlines, EC-scale, two spring nitrogen side-dressings at certain phenophases, plant protection and weed control), intensive advisory work and two monographs on wheat and cereals and many professional articles. The period between 1992 and 2006 was marked by stagnation in the growth of wheat yields (annual growth of 0.6%) and stagnation in the income as the consequence of unfinished agrotechnical arrangements, especially in fertilisation of varieties from EU.

¹ Red. prof., dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: tone.tajnsek@bf.uni-lj.si

² Asist., dr., prav tam, e-pošta: igor.santavec@bf.uni-lj.si

Results of different technologies in wheat production within two long-term trials at Rakičan near Murska Sobota and Jable near Ljubljana (2004-2006) with field crop rotation of maize-wheat-barley or oats are presented. On silk sandy soil at Rakičan the arrangement with farmyard manure or straw ploughing in gave the highest profit when mineral N was fertilised in one to two spring side-dressings ($65\text{--}130\text{ kg.ha}^{-1}$ N for wheat, $73\text{--}147\text{ kg.ha}^{-1}$ N in the average of the field crop rotation). In the wet conditions of Jable on silk loamy soil at both arrangements with organic matter the highest profit was when mineral N was fertilised in two side-dressing in spring in the quantity of 130 kg/ha . At both locations yields were increasing slowly with mineral N fertilisation increase over 130 kg.ha^{-1} N, but fertilisation costs were higher compared to the value of yield increase. At Rakičan hectolitre weight was decreasing at the same time, what results in the lower yield price. It can be concluded that three spring N side-dressings are not economical, especially not in the dry conditions of eastern Slovenia.

Key words: wheat production technology, variety, N fertilisation, long-term technology, cover, hectolitre weight

1 Uvod

Ker se v vsem obdobju po drugi svetovni vojni obseg njiv pod pšenico stalno zmanjšuje (Tajnsšek, 1977; Tajnsšek, 2005), je edini način, s katerim lahko ohranimo ali povečamo obseg pridelave, povečevanje hektarskih pridelkov. Po Liebigovem 'zakonu minimuma' vodijo do najhitrejšega povečanja hektarskih pridelkov ukrepi, ki odpravljajo najbolj kritične točke (za rast neobhodne dejavnike, ki so v minimumu) v tehnologiji pridelovanja.

V posameznih intervalih obdobja po drugi svetovni vojni so se tega pravila držali bolj ali manj uspešno. Razpadlo semenarsko službo (nacionalizacija firme Semenarna Sever, Ljubljana) so v prvih povojnih letih obnavljali pretežno na sortnem materialu domačih sort Beltinska 277, Beltinska 801, U¹ ter starih avstrijskih in bavarskih sortah (Bavarska kraljica, Austrobankut itd).

Zaradi pomanjkanja hrane so v drugi polovici petdesetih let kakovostne in na poleganje neodporne domače sorte v nekaj letih nadomestili z nizkimi in rodovitnimi, vendar neakovostnimi italijanskimi sortami (Produttore, Dottore, San pastore, Leonardo, Libellula). Da bi izboljšali kakovost kruha, so na začetku šestdesetih let uvedli višje, manj rodovitne a kakovostne ruske sorte (Besostaja, Aurora, Kavkaz, Ranaja 12, Mironovskaja 808), moko (zrnje) teh sort so za boljši kruh mešali z italijanskimi. V drugi polovici šestdesetih let je bil že izoblikovan jugoslovanski program žlahtnjenja domačih sort (Borojević, Potočanac, 1966). Potrjene so bile prve jugoslovanske sorte pšenice (Partizanka, NSR 2, Zlatna dolina idr.), ki so se uveljavile tudi v drugih državah. Leta 1968 je bila potrjena prva slovenska sorta pšenice Marinka. Po letu 1970 je sledila množica novih jugoslovanskih sort; v zadnjem obdobju SFRJ je bilo letno vpisanih v sortno listo okoli 20 novih sort.

Po osamosvojitvi Slovenije so sorte iz jugoslovanskih selekcijskih hiš (Pitoma, Balkan, Jugoslavija, Djerdanka, Ana, Marija, itd) začeli nadomeščati s sortami iz severnih in zahodnih območij Evrope (Pinka, Justus, Profit, Soissons, Isengrain, itd). Ker se postopoma zopet vzpostavljajo stare povezave z nekdanjimi žlahtniteljskimi hišami s Hrvaške in Srbije (Krona, Lenta, Evropa, itd), postaja izbor pšeničnih sort v Sloveniji spet zelo pester. Kljub obilici sort, saj je načeloma dovoljeno sejati vse sorte, ki so potrjene v EU, pridelovalci tožijo, da prihodek od pridelane pšenice komaj pokriva stroške pridelave, še zlasti če od dohodka odštejemo direktna plačila (»subvencije«).

Namen prispevka je, da na podlagi dostopne literature in statističnih podatkov za celotno povojno obdobje analiziramo, katere novosti so, poleg uvajanja novih sort, poljedelci vgrajevali v tehnologije za doseganje večjih, kakovostnejših in cenejših pridelkov pšenice. Na primeru dveh trajnih poskusov podajamo kompleksnost te problematike po vstopu Slovenije v EU, ko zaradi vse višjih cen reprodukcijskega materiala in amortizacije za mehanizacijo na

eni strani in stagnacije v cenah pšeničnega zrnja (zahtevana višja kakovost zrnja) na drugi strani, vse teže dosegamo zadovoljiv finančni iztržek od pridelave.

2 Material in metode

2.1 ZBIRANJE PISNIH VIROV IN ANALIZA OBDOBJA 1947-2006

Kot dokumente za preučitev strategije povečevanja hektarskih pridelkov v začetnih desetletjih po vojni smo koristili objave v Kmečkem glasu, in sicer od leta 1948 do leta 1960. Za kasnejše vire smo poleg tega časopisa uporabili poročila o raziskavah, ki so dostopna v CTK, članke v časopisu Sodobno Kmetijstvo ter dve monografiji (Tajnšek, 1980; Tajnšek, 1988). Kot novejšje vire smo informacije črpali tudi iz objav v časopisu Novi izzivi v poljedelstvu.

Podatke o pridelkih pšenice smo dobili v Statističnih letopisih ZRS za statistiko (Kmetijstvo, 1947-1991) in Urada RS za statistiko (Kmetijstvo, 1992-2006). Analiza pridelkov je tako zajela obdobje 60 let (1947-2006), ki smo ga razdelili na štiri obdobja po 15 let, torej: 1947-1961, 1962-1976, 1977-1991, 1992-2006. Vsako od teh 15-letnih obdobj je dovolj dolgo, da dopušča analizo uspešnosti tehnologije s pomočjo izračuna linearnih trendov (regresij) pridelkov. Zadnje obdobje obenem sovпада z obdobjem neodvisnosti Republike Slovenije, kar omogoča oceno učinkovitosti tehnologije v obdobju, ko je Slovenija samostojna.

Za zadovoljivo zagotovitev zveznosti 15 letnih trendov smo izračun vsakega od teh trendov podaljšali za eno leto v naslednjega. Tako je, na primer, prvo obdobje zajelo leta 1947-1962, drugo obdobje 1961-1976, tretje 1976-1991 in četrto 1991-2006.

Za vsako obdobje podajamo tudi glavne tehnološke značilnosti pridelovanja in v odvisnosti od naraščanja pridelkov tudi oceno njihove uspešnosti.

2.2 ZASNOVA ANALIZA REZULTATOV POLJSKIH POSKUSOV

Uporabili smo triletno rezultate (2004-2006) dveh trajnih stacionarnih poljskih poskusov (zasnova poskusov leta 1992) v kolobarju koruza–ozimna pšenica–ozimni ječmen (lokacija Rakičan pri Murski Soboti, meljasto peščena tla, založenost s P in K v razredu C) oziroma koruza-ozimna pšenica–oves (Jable pri Mengšu, meljasto ilovnata tla, založenost s P in K v razredih B-C), na obeh lokacijah z dvema sistemoma gnojenja z organskimi gnojili (z živino: zaoravanje gnoja v obsegu 1-1,5 GVŽ.ha⁻¹; brez živine: zaoravanje slame, koruznice in doseвка oljne redkve po ozimnem ječmenu oziroma ovsu) in štirimi stopnjami gnojenja z mineralnim dušikom (povprečje kolobarja: 0, 73, 147, 220 kg.ha⁻¹ N, pšenica pa dobi 0, 65, 130, 195 kg.ha⁻¹ N). V poskus so bile vključene sorte Soissons, Reska in linija PKT 97. Podrobno je bila zasnova poskusov že opisana (Tajnšek in Šantavec, 1997; Tajnšek in Šantavec, 1999).

Klimatski parametri za obe lokaciji se pomembno razlikujejo (preglednica 1). Razvidno je, da sta bili leti 2004 in 2005 nadpovprečno deževni, leto 2006 pa je bilo na Jablah v povprečju mesecev januar - julija padavin nekoliko pod običajnim (mesečno 89 mm, povprečje 106 mm). Takšna količina padavin je bila za pšenico na težjih tleh bolj ugodna, kot če bi bilo padavin več. V Prekmurju (Murska Sobota) je bila količina padavin nadpovprečna zlasti v letu 2006. Kljub temu se je vsaj v dveh (2005 in 2006) od treh, v obravnavo vključenih letih, pojavljala suša z vročinskimi šoki za pšenico.

Za določitev maksimalnega pridelka, pokritja pri različnih odmerkih mineralnega dušika in izračun maksimalnega pokritja (= finančnega pokritja) pri gnojenju z dušikom smo uporabili računalniški paket »BOGU« (Horst in Heyn, 1995) tretjega približka zakona o pridelku (Boguslawski in Schneider, 1962). Ta zakon o pridelku daje natančnejši približek matematičnega izraza odvisnosti pridelka od neodvisne spremenljivke, v našem primeru gnojenja z mineralnim dušikom, kot kvadratna funkcija.

Preglednica 1: Klimatski podatki za Brnik in Rakičan za obdobje 2004-oktober 2006 (Brnik, Murska Sobota, 2004)

BRNIK 2004													
Mesec	jan.	feb.	mar.	april	maj	junij	julij	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	Leto
(°C)	-1,5	0,3	2,2	9,0	12,2	16,9	18,6	18,6	13,8	11,5	3,9	0,0	8,8
(mm)	88	117	97	132	135	180	132	177	110	219	83	150	1620
BRNIK 2005													
Mesec	jan.	feb.	mar.	april	maj	junij	julij	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	Leto
(°C)	-2,4	-3,2	2,5	8,8	14,6	18,3	19,3	17,1	15,0	10,2	3,9	-2,6	8,5
(mm)	1	49	62	135	84	92	224	282	183	107	147	141	1507
BRNIK 2006													
Mesec	jan.	feb.	mar.	april	maj	junij	julij	avg.	sept.				
(°C)	-4,5	-1,9	2,1	9,4	13,6	18,7	21,5	16,3	15,7				
(mm)	49	59	122	122	143	73	55	179	73				
MURSKA SOBOTA 2004													
Mesec	jan.	feb.	mar.	april	maj	junij	julij	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	Leto
(°C)	-1,6	1,3	4,3	10,7	13,5	18,0	19,9	19,9	14,5	11,9	4,6	0,3	9,8
(mm)	48	31	77	66	68	155	36	98	62	99	39	26	805
MURSKA SOBOTA 2005													
Mesec	jan.	feb.	mar.	april	maj	junij	julij	avg.	sept.	okt.	nov.	dec.	Leto
(°C)	-0,9	-3,3	3,1	10,9	15,9	19,0	20,3	18,0	15,9	10,7	3,6	-0,3	9,4
(mm)	9	48	31	68	60	84	144	218	76	3	61	66	868
MURSKA SOBOTA 2006													
Mesec	jan.	feb.	mar.	april	maj	junij	julij	avg.	sept.				
(°C)	-5,1	-0,4	4,2	11,2	14,9	19,3	22,3	17,5	16,3				
(mm)	41	23	44	103	168	103	67	184	38				

Pokritje predstavlja čisti dobiček od gnojenja. Celotni prihodek variante brez gnojenja z dušikom je torej odštet. Za izračun pokritja se cene nanašajo na stanje pomlad 2006. Tako smo postavili, da je bila cena mineralnega dušika $0,8 \text{ €} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ N}$, prodajna cena pšenice $0,11 \text{ €} \cdot \text{kg}^{-1}$ zrnja in stroški gnojenja $27 \text{ €} \cdot \text{kg}^{-1}$ za vsak obrok. Podrobneje je postopek že bil opisan (Tajnshek, 2006).

3 Retultati

3.1 STRATEGIJA ZA POVEČEVANJE HEKTARSKIH PRIDELKOV V OBDOBJU 1947-2006

3.1.1 Obdobje 1947-1961

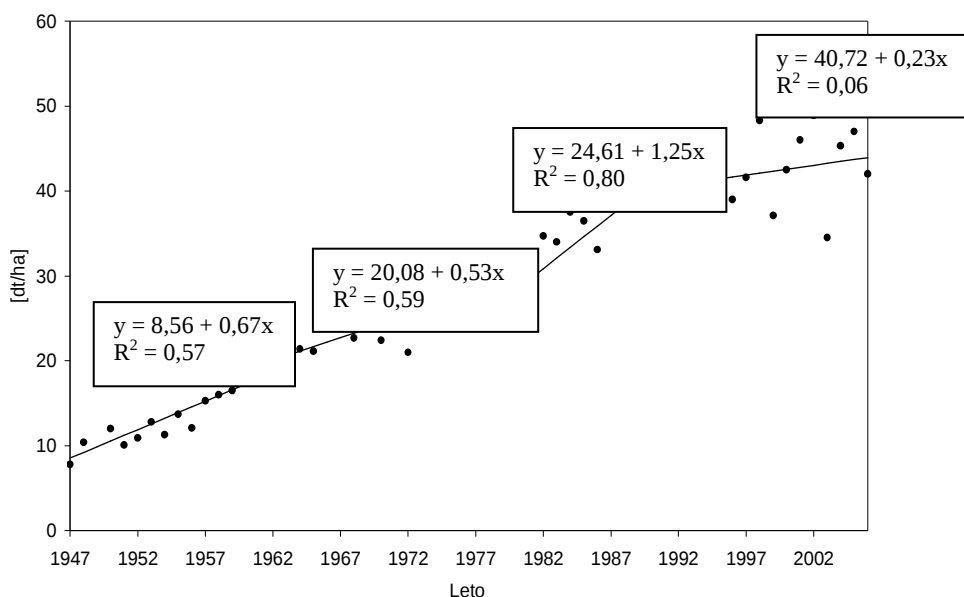
Ker je bilo po sprejetju resolucije INFORMBIRO (1948) deviz za mineralna gnojila zelo malo, so za povečanje pridelkov poudarjali zlasti potrebo po dobrem kolobarju in ustrezni pripravi njive za setev. Pšenici so gnojili zgodaj spomladi, pogosto še po snegu (kalcijev cianamid, čilski soliter, Tomasova žlindra). »Oziminam gnojimo izključno zgodaj spomladi, ko so rastline zaradi zime še slabe in rabijo nujno okrepčila. Take rastline imajo še slabo razvite korenine, zato ne morejo jemati hranil iz nižjih slojev zemlje...« (Inž. Šega, 1948). Glede na izbor gnojil ocenjujemo, da je bila odločitev za zgodnje spomladansko gnojenje pravilna. Gnojili so do 100 kg/ha dušikovega gnojila (okrog $16 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$). Ugotavljali so, da bi zaradi visoke rasti teh sort večji odmerki gnojil povzročali poleganje. Začetni povojni pridelki so znašali $7-9 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, in so bili, gledano z današnjega stališča, zelo nizki.

Da bi zagotovili rastoče potrebe države po pšenici, so v drugi polovici petdesetih let uvedli rodovitne italijanske sorte z nizko rastjo ($70-90 \text{ cm}$). Postopoma so privzemali tudi italijansko tehnologijo gnojenja z dušikom, tako imenovano zimsko nitratacijo. Okoli leta 1960 so po tehnologiji KIS (KIS, 1960) priporočali gnojenje s $850-900 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ NPK } 4:12:10$, od tega $2/3$

pred oranjem, 1/3 po oranju, pred brananjem. Novembra so gnojili s $75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ Ca}_2\text{NO}_3$, konec januarja so pognojili še $100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ Ca}_2\text{NO}_3$ in konec februarja do začetka marca še $150 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ KAN}$. Strobl (1960b) je opozarjal na potrebo po uporabi kakovostnega semena. Isti avtor je opozarjal na grudavost NPK 4:12:10. Namesto te formulacije je priporočal uporabo bolj obstojne kombinacije NPK 4:17:14 in odsvetoval prepozno spomladansko gnojenje z dušikom (Strobl, 1960a). Italijanske sorte so dovoljevale večje odmerke dušika in predvsem te so zaslužne, da so se v povprečju obdobja pridelki povečevali z letno stopnjo 7,8% oziroma za $67 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$. Iz slike 1 je razvidno, da so se konec tega obdobja pridelki pšenice približevali $20 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$. Vendar pa je pšenica dajala zelo slab kruh (zgoščena kruhova sredica in odstopanje vrhnje skorje od nje).

3.1.2 Obdobje 1962-1976

V prvi polovici šestdesetih let se je na podlagi domačih poskusov izoblikovala slovenska praksa gnojenja pšenice z dušikom (Strobl in Šilc, 1961). Odsvetovali so novembrsko nitratacijo, priporočili pa pozno zimsko gnojenje s kombiniranim gnojilom NPK in čilskim solitrom (Šilc, 1965). Glede na odpornost na poleganje so sorte razdelili v pet skupin in temu skladno odmerjali tudi višino odmerkov dušika. Sredi šestdesetih let so slabo kakovost moke pričeli izboljševati z ruskimi sortami, ki so bile po pridelku skoraj enakovredne italijanskim, vendar so bile višje od njih (90-120 cm). Bile so celo bolj kakovostne kot stare slovenske sorte (Beltinska 277, Beltinska 801 itd). V drugi polovici šestdesetih let so pričeli uvajati prve jugoslovanske sorte. Po letu 1975 so vse do razpada SFRJ potem pridelovali izključno le-te. Vse drugo povojno 15-letno obdobje (1962-1976) je strategija gnojenja pšenice z dušikom ostala malodane nespremenjena. Še sredi sedemdesetih let so priporočali le eno zimsko-spomladansko gnojenje pšenice, in sicer februarja ali marca (Šilc in sod., 1976), brez varstva pred boleznimi ali škodljivci, čeprav je bila že desetletje pred tem opravljena prva študija o vplivu škropljenja pšenice s kontaktnimi fungicidi (Zanjekovič, 1965), ki pa ni dala zadovoljivih rezultatov.



Slika 1: Gibanje hektarskih pridelkov pšenice v Sloveniji v obdobju 1947-2006; trendi so prikazani v obliki štirih 15 letnih intervalov.

Ker je iz rezultatov, prikazanih na sliki 1, razvidno, da so se v tem obdobju pridelki pšenice povečevali upočasnjeno, na koncu obdobja so dosegli 27 dt.ha^{-1} (letna stopnja prirastka $2,6\%$ oziroma za 53 kg.ha^{-1}), sodimo, da tehnologija pridelovanja pšenice ni bila dovolj uspešna.

3.1.3 Obdobje 1977-1991

Za to obdobje so značilne številne tehnološke novosti, njihova skupna značilnost pa je celostni pristop k tehnologiji pridelovanja. Le-ta je vključevala vse glavne dejavnike, ki vplivajo na pridelek. Uvajati so začeli setev pšenice z načrtovanjem voznih stez po njivi za natančno oskrbo posevkov tudi v obdobju po kolenčenju pšenice (Tajnšek, 1980; Tajnšek, 1982; Tajnšek 1989). Tehnologija je temeljila na potrebi po dobrem poznavanju notranje in zunanje morfologije ter fenologije pšenične rastline. Zato so s pomočjo uvedbe EC-fenofaz po Zadoksu (Tajnšek, 1983a) in z določitvijo tako imenovanih kritičnih faz v razvoju pšenice (setev in vznik, gostota rastlin po prezimitvi, razraščanje, oblikovanje klasov, oblikovanje klaskov, število cvetov na klasek, število zrn na klasek, absolutna masa zrnja) natančno opredelili trenutke v razvoju pšenice, ko je potrebno intervenirati. V številnih poskusih je bila dokazana upravičenost uporabe sistemskih fungicidov (Bayleton, Tilt 250) proti pepelovki in rjavenju plev oziroma listov. Za razliko od prejšnje zimske nitratacije v enem obroku na izteku zime sta bila uvedena dva spomladanska obroka mineralnega dušika (EC 21/23, EC 31/34) v skupnem obsegu $100\text{--}150 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$. Tretji, pozni, spomladanski obrok dušika, v fazi EC 45/55, ni imel nobene prednosti pred dvema obrokoma, če je bila skupna pognojena količina dušika v obeh primerih enaka (Tajnšek, 1986). Zato so ga priporočali le, če je bilo potrebno korigirati (pojav svetlih lis v posevku) prejšnji dognojevanji. Za varstvo pred strgačem in listnimi ušmi so po potrebi, obenem s fungicidom, škropili tudi z insekticidom (Lebaycid proti strgaču, Pirimor WP-50 proti listnim ušem) (Tajnšek, 1986). Na podlagi neugodnih rezultatov z rastnimi regulatorji (nepredvidljive vremenske razmere) so povsem odsvetovali uporabo rastnih regulatorjev (CCC) (Tajnšek 1983b). Prvič je bila omenjena nemška metoda, po kateri znaša ciljna količina pšenici dostopnega dušika v tleh $120 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$, do katere se dopolni količina rastlini dostopnega dušika v tleh, ki ga ugotovijo z Nmin-metodo (Tajnšek, 1989). Pridelovanje pšenice se je zdelo dodobra pod kontrolo, pridelki so bili stabilni in so se povečevali (slika 1), zato so govorili o »slovenskem sistemu pridelovanja pšenice« (Tajnšek in Kocjan, 1986). Povzetek novosti v pridelavi pšenice je izšel v monografiji o pšenici (Tajnšek, 1989). V tem obdobju je zelo dobro delovala tudi kmetijska svetovalna služba v okviru zadrug, strokovnjaki so prirejali številna predavanja in praktične prikaze na polju, poskrbljeno je bilo za odkup pšenice.

Slika 1 prikazuje, da so se od vseh šestdesetih povojnih let v tem obdobju hektarski pridelki najbolj strmo povečevali, in sicer s povprečnim letnim prirastkom $1,25 \text{ dt.ha}^{-1}$ oziroma za $5,1\%$ letno. Ob izteku obdobja so hektarski pridelki presegli 43 dt.ha^{-1} zrnja.

3.1.4 Obdobje 1992-2006

Obdobje 1992-2006 zaznamuje upočasnitev, skoraj stagnacija rasti pridelkov (letna rast $0,6\%$ oziroma $23 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$). Vzrokov je več, enega od njih lahko iščemo v dejstvu, da so uspehi predhodnega obdobja v pridelovanju pšenice zbudili zanimanje večjega števila agronomov, ki so s svojimi novimi idejami za gnojenje z dušikom pričakovali še nadaljnjo hitro rast hektarskih pridelkov. Ker je zaradi tranzicijskih problemov (odhod svetovalne službe iz zadrug in razpad zadružnega sistema) in ukvarjanja svetovalcev s problemi približevanja Slovenije EU obenem ohromelo strokovno pospeševalno oziroma svetovalno delo s kmeti, se le-ti kmalu niso več znašli v nasprotjih najrazličnejših priporočil domače svetovalne službe ter zastopnikov tujih semenskih in fitofarmaceutskih firm. Tako so nekateri protagonisti po vzoru tehnologij iz severnejših in hladnejših območij EU priporočili tretje dognojevanje pšenice tik pred klasenjem ali med njim. »Tretje dognojevanje omogoča debelejša zrnja in s tem se

seveda poveča pridelek, zlasti pa vsebnost beljakovin in s tem kakovost pšenice» (Leskošek, 1989; Leskošek, 1993). Temu nasprotno pa Briški s sodelavci na podlagi rezultatov, v poskusih na različnih vrstah tal, podobno kot Tajnšek desetletje pred njim (Tajnšek, 1986), ni potrdil, da bi tretje dognojevanje povečevalo pridelek (Briški in sod., 1998). V neki raziskavi, ki je vključevala tudi gnojenje z dušikom, pa drugi raziskovalci tudi po štirih letih preučevanja niso mogli ugotoviti, kateri način gnojenja pšenici z dušikom je najprimernejši (Bavec M., 1994).

Stagniranje rasti hektarskih pridelkov in upadanje gospodarnosti njene pridelave je, poleg neugodnih vremenskih razmer in nižanja cen, verjetno posledica poenostavljenega, »mehanicističnega« pristopa pri njenem oskrbovanju. Po našem mnenju se daje preveč poudarka golim kemičnim analizam tal in rastlin, premalo pa drugim parametrom pridelave. Pridelek ni premo sorazmeren količini hranil v tleh, ampak je le-ta v enaki meri odvisen od drugih, za rast pomembnih, dejavnikov. Dober poljedelec jih pozna. Rezultate kemičnih analiz lahko dovolj dobro izkoristimo, če vemo zgodovino njive, njeno rodovitnost v preteklih letih, po možnosti vsaj v zadnjemu desetletju, poznati moramo njeno sposobnost zadrževanja vlage ob suši, znati jo moramo pravilno obdelovati, seveda pa je nujno tudi temeljito poznavanje lastnosti sort, njihove odpornosti proti boleznim in škodljivcem, načel kolobarjenja ter roka in gostote setve.

Utvara je, če nekdo misli, da so kemijske analize tal že rešitev težav v zvezi z gnojenjem. Kmetovalci se načeloma lahko dovolj uspešno ravnaajo vsaj še po naslednjih treh kompleksnih kriterijih gnojenja pšenice z dušikom, in sicer:

- po priporočilu svetovalne službe,
- glede na rezultate ustreznih poskusov na primerljivih parcelah in lokacijah,
- z uporabo izračunov bilanc dušika oziroma ocen glede na gnojenje z dušikom in njegov odvzem s pridelkom v preteklem obdobju (Tajnšek, 2006).

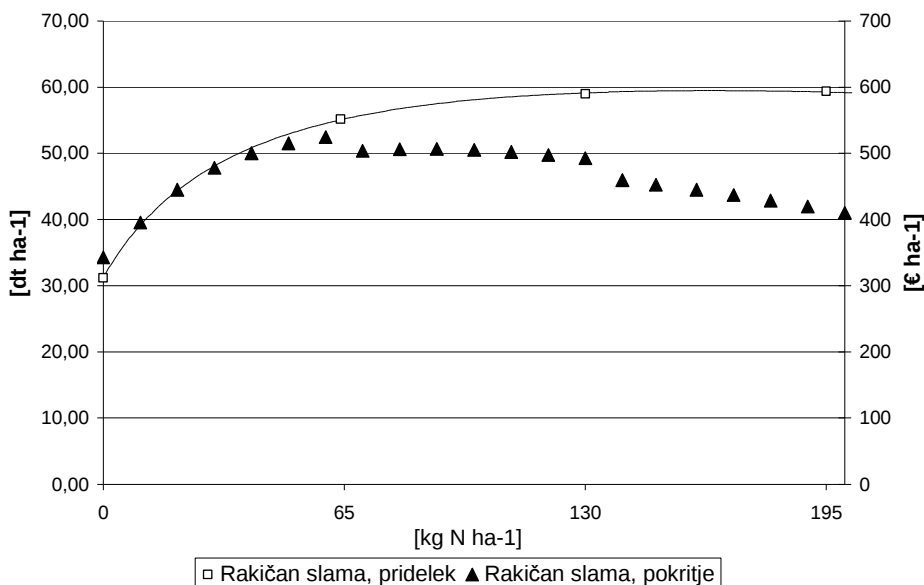
Za povprečnega poljedelca so omenjene možnosti uporabnejše kot sklicevanje na rezultate kemičnih analiz. Tako pri nas kot v tujini velika večina kmetovalcev nima relevantnih podatkov o količini pšenici dosegljivega dušika na svojih njivah. Toda tudi če vemo, koliko ga je, je treba pravilno oceniti še, kako visoki pridelki so na dani njivi pri danih vremenskih razmerah sploh dosegljivi in pri katerem odmerku dušika oziroma višini pridelka se izkazuje največja gospodarnost pridelave. Ne smemo pričakovati, da bo kmet brez ustrezno strokovno »podkovane« svetovalne službe to nalogo zmogel sam; tega ne zmorejo niti lastniki velikih kmetij v tujini (Wiesler in Armbruster, 2006). Po umiku države iz tržnih razmerij in po odpiranju slovenskega gospodarstva svetovnim trgovinskim tokovom se je namreč pšenica pocenila za približno 30%, medtem ko so se materialni stroški (seme, gnojila, sredstva za varstvo rastlin, stroji, itd) podražili. Posledično se je tehnološka niša gospodarne pridelave občutno zožila. Nastala situacija tako zahteva spremembo ciljnega pridelka: Cilj pridelovalca ne more več biti gnojenje na maksimalni pridelek ampak na maksimalno finančno pokritje in na izpolnjevanje zahtev Navkrižne skladnosti (Tajnšek, 2006). Zato stoji svetovalna služba pred težko nalogo. Da kmetje pri gospodarjenju na svojem obratu ne bi bili izpostavljeni finančnim sankcijam zaradi neizpolnjevanja Navzkrižne skladnosti, naj se svetovalna služba v deželi orientira po rezultatih večjega števila ustreznih zasnovanih poljskih poskusov. S pomočjo svetovalne službe naj se kmetje pravočasno usposobijo za samostojno strokovno presojo, v kolikšni meri pri gnojenju z dušikom izpolnjujejo predpise navzkrižne skladnosti (Gutser, 2006).

Ker se v slovenski poljedelski praksi kljub formalno »optimalni« oziroma intenzivni tehnologiji pšenice pridelki skoraj ne povečujejo (slika 1), obenem pa tudi gospodarnost ne, saj kakovost pšenice pogosto ne izpolnjuje zahtev za A ali B kakovostni razred (vzrok je največkrat prenizka hektolitrska masa zrnja), se nakazuje potreba po redefiniciji tehnologije pridelovanja pšenice.

3.2 TRILETNI REZULTATI (2004-2006) POSKUSOV V RAKIČANU IN NA JABLAH

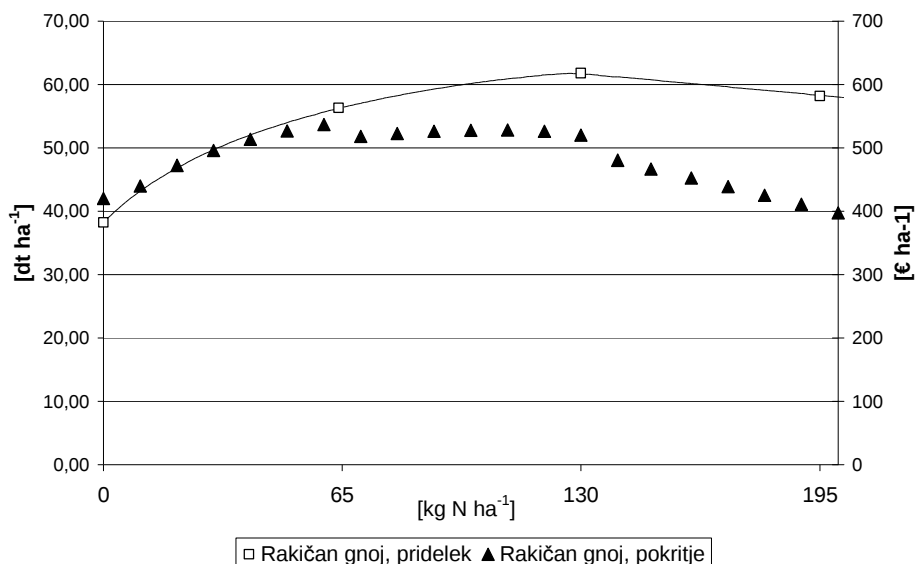
3.2.1 Pridelki in finančno pokritje pri gnojenju z dušikom v Rakičanu

Na lokaciji Rakičan se v sistemu s slamo pridelek zrnja povečuje do odmerka $163 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1}$ mineralnega N. To pomeni 2-3 spomladanske obroke dušika. Tedaj znaša pokritje $97 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$ (preglednica 2), kar je malo. Iz preglednice 2 je razvidno, da je v vseh stopnjah gnojenja z dušikom (N1, N2, N3) pokritje na hektar pozitivno, vendar je največje v N1 ($185 \text{ €} \cdot \text{ha}^{-1}$). Razčlemba prirastkov pridelkov in njihovega pokritja po stopnjah gnojenja pokaže jasnejšo sliko učinkovitosti gnojenja. Razvidno je, da je najprimernejša stopnja gnojenja N1 ($65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$), pognojena v enem spomladanskem obroku (stadij EC 21/23). Le ta stopnja gnojenja edina daje pozitivno pokritje za kilogram pognojena dušika. Pri tem odmerku dušika je v triletnem povprečju pridelek znašal $55\text{--}58 \text{ dt} \cdot \text{ha}^{-1}$, kar je le malo pod maksimalnim pridelkom (slika 2). Tako nizek odmerek dušika za tako visok pridelek preseneča, vendar je treba upoštevati tudi gnojenje ostalih poljščin v kolobarju, kjer je bilo ob zaoravanju ječmenove slame dve leti pred setvijo pšenice pognojeno s $60 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ (urea). V povprečju kolobarnih členov je v našem poskusu odmerku dušika v N1 tako treba prišteti še $20 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ v obliki uree ($93 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ v povprečju kolobarja). Do enakega rezultata (1-2 dognojevanji: EC 21/23, EC 31/32) pridemo, če v analizo vključimo vse poljščine v kolobarju (koruzo, pšenico in ječmen). Iz slike 2 je namreč razvidno, da se pokritje le malo spreminja v razponu $65\text{--}100 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, zato sklepamo, da sta na lahkih tleh v razmerah Prekmurja primerni 1-2 dognojevanji pšenice z dušikom.

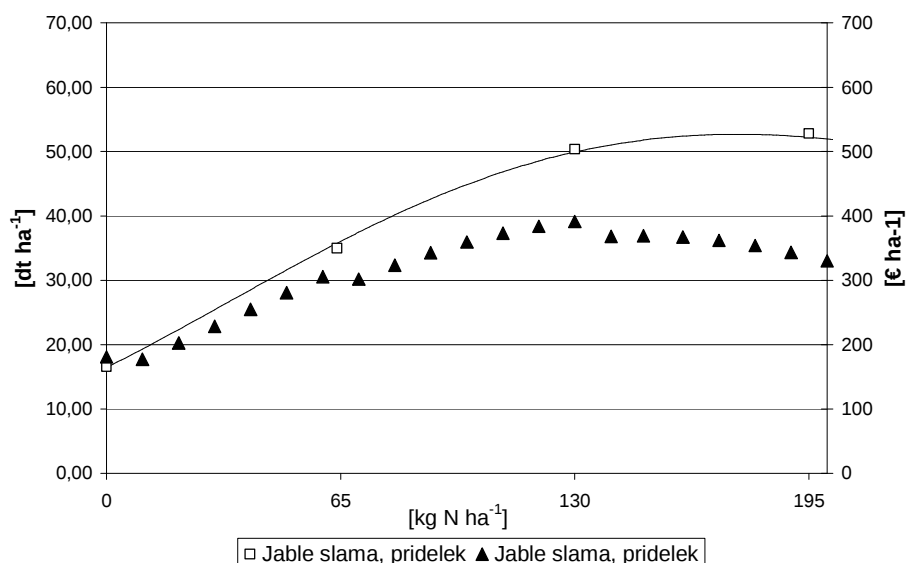


Slika 2: Vpliv gnojenja z dušikom (stopnje gnojenja 0, 65, 130 in 195 $\text{kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$) na pridelek pšenice in njeno finančno pokritje v sistemu z gnojem (Rakičan, 2004-2006).

V sistemu s hlevskim gnojem so v Rakičanu rezultati nekoliko drugačni (preglednica 1 in slika 3). V stopnji N3 namreč ni negativno le pokritje na kilogram pognojena dušika, ampak je negativno tudi pokritje na hektar. Maksimalni pridelek je dosežen pri $130 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$, maksimalno pokritje (na hektar) z mineralnim dušikom pa pri stopnji N1 ($65 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$). Za sistem z gnojem tako še bolj kot za sistem s slamo velja pravilo enega spomladanskega dognojevanja z dušikom (ob $50\text{--}75 \text{ kg} \cdot \text{ha}^{-1} \text{ N}$ živinskega izvora: $1\text{--}1,5 \text{ GVŽ} \cdot \text{ha}^{-1}$), in sicer v fazi EC 22/31. To pomeni, da tri spomladanska dognojevanja povzročajo izgubo celo v primerjavi z negnojeno varianto N0.



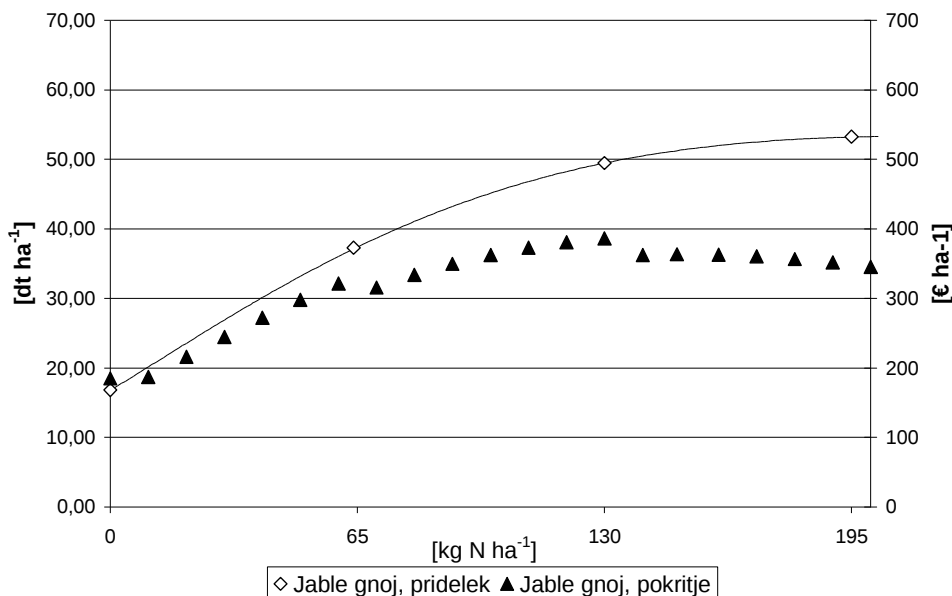
Slika 3: Vpliv gnojenja z dušikom (stopnje gnojenja 0, 65, 130 in 195 kg ha^{-1} N) na pridelek pšenice in njeno finančno pokritje v sistemu z gnojem (Rakičan, 2004-2006).



Slika 4: Vpliv gnojenja z dušikom (stopnje gnojenja 0, 65, 130 in 195 kg ha^{-1} N) na pridelek pšenice in njeno finančno pokritje v sistemu z gnojem (Jable, 2004-2006)

Več o vzrokih za neuspešnost dveh do treh spomladanskih dognojevanj v Rakičanu pokaže gibanje hektolitrske mase v odvisnosti od gnojenja z dušikom. Iz slike 6 je namreč razvidno, da se hektolitrska masa zmanjšuje, če povečujemo število obrokov in s tem tudi odmerkov dušika. V vseh štirih primerih, ki jih prikazuje slika 6, je hektolitrska masa največja v stopnji N0, v treh od štirih primerov pa je najmanjša v stopnji N3. To dogajanje lahko pojasnimo z vplivom sušnih razmer na rastlino v obdobju kasnejših dognojevanj. Prebujna rast pšenice v obdobju kolenčenja in klasenja kot posledica dognojevanja pšenice konec aprila in v začetku maja, ko je vlage v tleh še dovolj, povzroči v naslednjih tednih, če ni dežja (zaradi prebujne

rasti pa so pošle zaloge vode v tleh), pomanjkanje vode za normalno natekanje zrnja (Šantavec, 2005). Tedaj gnojilo ne odvzema vlage le tlom okoli rastlin, ampak po principu ozmoze tudi koreninam in koreninskim laskom pšeničnih rastlin (Wild, 2003). Posledica je nenalito zrnje, nizka hektolirska in absolutna masa ter nižji pridelek. Tri spomladanska dognojevanja z dušikom tako negativno vplivajo na odkupno ceno pšenice, saj jo zaradi nizke hektolirske mase pridelovalci pogosto lahko prodajo le kot krmno pšenico.



Slika 5: Vpliv gnojenja z dušikom (stopnje gnojenja 0, 65, 130 in 195 kg.ha⁻¹ N) na pridelek pšenice in njeno finančno pokritje v sistemu s slamo (Jable, 2004-2006)

Preglednica 2: Učinek gnojenja z dušikom na prirast pridelka pšenice in finančnega pokritja (Rakičan, 2004-2006)

Organsko gnojenje: SLAMA				
Gnojenje z N-min		Prirast pridelka	Pokritje z dušikom	Pokritje z gnojenjem z
[N kg.ha ⁻¹]		[zrnja kg.ha ⁻¹ N]	[€.kg ⁻¹ N]	N-min [€.ha ⁻¹]
(N1)	0-65	2400	2,48	185
(N2)	65-130	380	-0,57	150
(N3)	130-195	40	-1,15	71
M:	130-163	450	-0,12	97
Organsko gnojenje: GNOJ				
Gnojenje z N-min		Prirast pridelka	Pokritje z dušikom	Pokritje z gnojenjem z
[N kg.ha ⁻¹]		[zrnja kg.ha ⁻¹ N]	[€.kg ⁻¹ N]	N-min [€.ha ⁻¹]
(N1)	0-65	1810	1,85	123
(N2)	65-130	480	-0,40	100
(N3)	130-195	-330	-1,77	-19
M:	65-126	492	-0,36	103

3.2.2 Pridelki in finančno pokritje pri gnojenju z dušikom na Jablah

Na Jablah sta za razliko od Rakičana dve spomladanski dognojevanji z N (EC 21/22; EC 31/33) povečali pokritje v primerjavi z enkratnim spomladanskim dognojevanjem pšenice (EC

21/23). Iz preglednice 3 je razvidno, da to velja tako za sistem s slamo kot za sistem z gnojem. V stopnji N3 se je pridelek še povečeval v primerjavi s stopnjo N2, vendar je bilo pokritje gnojenja z dušikom ($\text{€} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ N}$) že negativno, medtem ko je bilo pokritje na hektar ($\text{€} \cdot \text{ha}^{-1}$) še pozitivno. Ker se pokritje na hektar povečuje le ob pogoju, da pokritje gnojenja z dušikom ni negativno, tudi na Jablah tri spomladanska dognojevanja niso gospodarna.

V triletnem povprečju so bili hektarski pridelki višji v Rakičanu kot na Jablah, maksimalno pokritje na hektar (stopnja N2) je bilo višje na Jablah, maksimalno pokritje na kilogram pognojenga dušika (stopnja N1) pa je bilo na obeh lokacijah približno enako visoko.

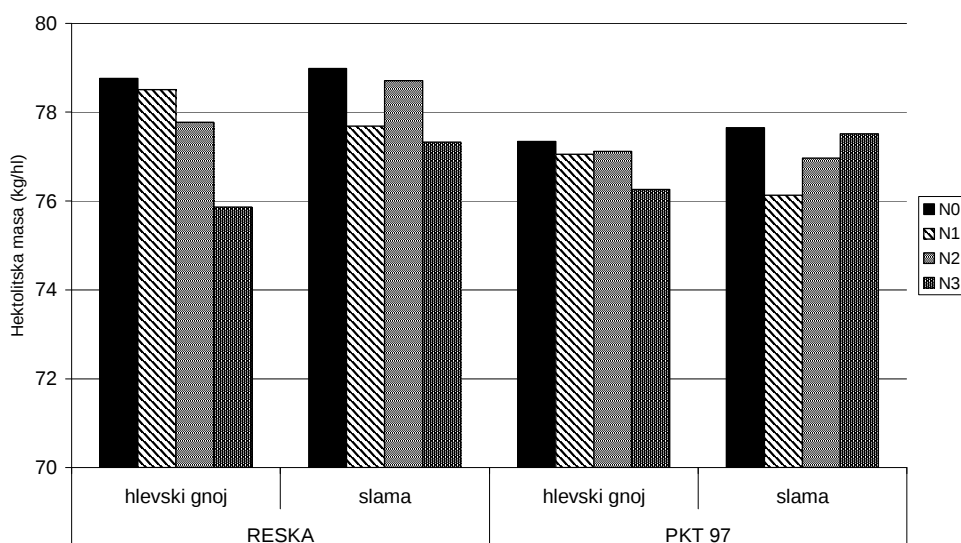
Težja tla in večja količina padavin na Jablah sta, v primerjavi z Rakičanom, ugodno vplivala na delovanje zlasti dveh spomladanskih dognojevanj, medtem ko so tri spomladanska dognojevanja – kot ponazarjajo slike 4 in 5 in preglednica 3 – delovala v smeri negativnega pokritja (izgube), tako na kilogram pognojenga dušika kot na hektar.

Preglednica 3: Učinek gnojenja z dušikom na prirast pridelka pšenice in finančnega pokritja (Jable, 2004-2006)

Organsko gnojenje: SLAMA				
Gnojenje z N-min	Prirast pridelka	Pokritje z dušikom	Pokritje z gnojenjem	
[N kg.ha ⁻¹]	[zrnja kg.ha ⁻¹ N]	[€ kg ⁻¹ N]	z N-min [€ ha ⁻¹]	
(N1) 0-65	1845	1,91	134	
(N2) 65-130	1493	1,31	210	
(N3) 130-195	217	-0,85	155	
M: 130-175	267	-0,62	179	

Organsko gnojenje: GNOJ				
Gnojenje z N-min	Prirast pridelka	Pokritje z dušikom	Pokritje z gnojenjem	
[N kg.ha ⁻¹]	[zrnja kg.ha ⁻¹ N]	[€ kg ⁻¹ N]	z N-min [€ ha ⁻¹]	
(N1) 0-65	2031	2,22	145	
(N2) 65-130	1238	0,88	201	
(N3) 130-195	372	-1,21	163	

RAKIČAN 2006

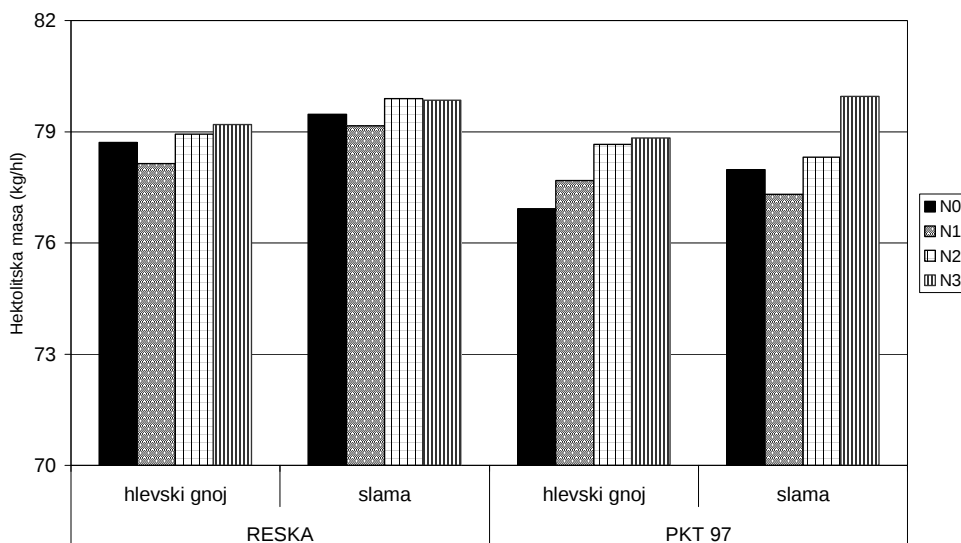


Slika 6: Vpliv gnojenja z dušikom (stopnje gnojenja 0, 65, 130 in 195 kg.ha⁻¹ N) na hektolitrsko maso pšeničnega zrnja (Rakičan, 2006)

Primerjava hektolitrške mase zrnja na Jablah s tisto v Rakičanu pokaže nasproten trend kot v Rakičanu: s stopnjevanjem obrokov dušika v spomladanske mesece se hektolitrška masa zrnja povečuje (slika 7). Le-ta redno presega 76 kg, kar je pogoj za krušno pšenico. Tudi to zakonitost lahko obrazložimo z vplivom vremenskih razmer: Na Jablah zaradi zadostne koristne poljske kapacitete tal za vodo na globokih meljasto ilovnatih tleh in večje letne količine padavin (večja založenost tal z vodo) kasnejše spomladansko dognojevanje koreninskega sistema pšenice ne prizadene tako kot Rakičanu.

Glede na rezultate lahko povzamemo, da je v pogledu pokritja na hektar v Jablah spomladansko gnojenje pšenice v dveh obrokih učinkovitejše kot gnojenje v treh ali enem obroku.

JABLE 2006



Slika 7: Vpliv gnojenja z dušikom (stopnje gnojenja 0, 65, 130 in 195 kg.ha⁻¹ N) na hektolitrsko maso pšeničnega zrnja (Jable, 2006)

4 Sklepi

V obdobju po drugi svetovni vojni so se v Sloveniji hektarski pridelki pšenice povečali za šestkrat. Največje povečanje pridelkov je bilo v obdobju 1977-1991, ko je bila uvedena celostno nova tehnologija pridelovanja pšenice, med drugim dve spomladanski dognojevanji z dušikom.

Izstopa stagnacija rasti pridelkov v obdobju po osamosvojitvi. Vzroke lahko iščemo v oslabitvi strokovnega dela svetovalne službe, ki se je morala ukvarjati pretežno s problemi prilagajanja Slovenije kriterijem EU, medtem ko so se v strokovni javnosti pojavili nasprotujoči se pogledi o strategiji gnojenja pšenici z dušikom. Da bi izboljšali nezadovoljivo stanje, so pridelovalci - v pomanjkanju jasnih in neprotislovnih opredelitev strokovne službe - pogosto zahajali v pretirano intenzivno tehnologijo (trije obroki dušika zlasti poudarjanje poznega obroka za izboljšanje vsebnosti beljakovin, varstvo posevkov pred pleganjem z rastnimi regulatorji, uvajanje prepoznih sort itd.), ki ni le zelo draga, ampak neposredno poslabšuje tudi nekatere kazalnike kakovosti, na primer hektolitrške mase.

Triletni rezultati dolgoletnega statičnega poskusa na težkih tleh (meljasto ilovnatih) na Jablah, v razmerah predalpske klime (1248 mm padavin letno), so pokazali, da sta gospodarsko (z največjim gospodarskim pokritjem) najprimernejši dve spomladanski

dognojevanji pšenice z dušikom, in sicer na začetku razraščanja in na začetku kolenčenja (EC 21/23 in EC 31/32). V triletnem povprečju so bili v tem primeru v obeh sistemih (brez živine vendar z zaoravanjem stranskih pridelkov; z živino) doseženi pridelki okoli 50 dt.ha⁻¹. Tri spomladanska dognojevanja pšenice dajo torej manjše finančno pokritje kot dve dognojevanji. Hektolitrška masa zrnja se je povečevala sorazmerno s številom obrokov dušika. Vendar je leta v vseh obravnavanjih presegla 76 kg, ki je zahtevani kriterij za krušno žito.

Enak poskus je na lahkih (meljasto peščenih) tleh Rakičana, v razmerah predpanonske klime (796 mm padavin letno), pokazal, da sta pri gospodarjenju brez živine (zaoravanje stranskih pridelkov) gospodarsko najprimernejša 1-2 spomladanska obroka dušika, pogojenega ob razraščanju. V primeru dveh dognojevanj je drugo dognojevanje v stadiju 1-2 kolenc pšenice. V sistemu z gnojem (zaoravanje gnoja, 1-1,5 GVŽ.ha⁻¹) je v Rakičanu gospodarsko najprimernejše eno spomladansko dognojevanje z mineralnim dušikom, v višini okoli 65 kg.ha⁻¹ (73 kg.ha⁻¹ N v povprečju kolobarja + 50-70 kg dušika iz hlevskega gnoja). V tem primeru znaša hektarski pridelek 55-58 dt.ha⁻¹.

V Rakičanu se tako v sistemu z živino kot v sistemu brez živine hektolitrška masa pšenice zmanjšuje, če pšenico gnojimo v dveh ali treh obroklih. Pogosto so temu vzrok sušne razmere v obdobju dognojevanja. Higroskopično gnojilo ne odvzema vode le tlom ampak, po principu ozmoze, tudi koreninam in koreninskim laskom pšenične rastline.

4 Literatura

- Bavec, M. 1994. Gostota setve pšenice in gnojenja z dušikom kot dejavnika oblikovanja pridelka in njegovih komponent. V: Novi izzivi v poljedelstvu. Kočevje 7.-8.9.1994. Kotnik T. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, oddelek za agronomijo: 13-18
- Boguslawski, E., Schneider, B. 1964 Die dritte Annäherung des Ertragsgesetzes. Z. Acker- und Pflanzenbau, 114: 221-236
- Borojević, S., Potočanac, J. 1966. Izgradnja jugoslovenskega programa stvaranja visokorodnih sorti pšenice. Peti jugoslovanski simpozij o znanstveno raziskovalnem radu na pšenici, NoviSad, 12.-18. jun.1966: 44 s
- Briški, L., Gregorčič, A., Kmecl, V., Žnidaršič-Pongrac, V. 1996. Gnojenje poljščin z dušikom. V: Novi izzivi v poljedelstvu '96. Radenci, 9.-10.dec.1996. Šesek P. (ur.), Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 213-223
- Gutser, G. 2006. Bilanzierung von Stickstoffflüssen im landwirtschaftlichen Betrieb zur Bewertung und Optimierung der Düngungsstrategien. Acta Agriculturae Slovenica, 87, 1: 129-142
- Horst, H., Heyn, J. 1995. Ein PC Programm zur Errechnung von Ertragskurven nach der Dritten Annäherung an das Ertragsgesetz von E. v. Boguslawski und Schneider (1962, 1963, 1964), Hessische Landwirtschaftliche Versuchsanstalt, Kassel: 10 s.
- Inž. Šega, 1948. Kako in kdaj dodatno gnojimo rastlinam. Kmečki glas, 18: 13
- KIS, 1960. Kako bomo obdelovali pšenico Kmečki glas, 37: 6-7
- Leskošek, M. 1988. Gnojila in gnojenje. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 165 s.
- Leskošek, M. 1993. Gnojenje: za velik in kakovosten pridelek, za izboljšanje rodovitnosti tal, za varovanje narave. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 197 s.
- Strobl, L. 1960a. Več skrbi italijanskim a tudi drugim žitom. Kmečki glas, 11: 2
- Strobl, L. 1960b. Ne ponavljajmo napak pri gnojenju pšenice. Kmečki glas, 40: 3-4
- Strobl, L., Šilc, J. 1961. Navodila za pridelovanje pšenice v letu 1961/62. KIS, monografska publikacija. Končno poročilo o o rezultatih raziskav: 12 s.
- Sušin, J., Zemljich, A. 2002. Vpliv dognojevanja z ureo in KAN-om pridelek in vsebnost surovih beljakovin v zrnju ozimne pšenice. V: Novi izzivi v poljedelstvu 2002. Zreče 5.-6. 12. 2002. Tajnšek A., Šantavec I. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 280-284
- Šantavec, I. Žetveni indeks nadzemnega dela ozimne pšenice in ozimnega ječmena v odvisnosti od intenzivnosti gnojenja z mineralnim dušikom v severovzhodni Sloveniji. V: TAJNŠEK, A. (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2004 : zbornik simpozija, Čatež ob Savi, [13. in 14. december] 2004. Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo, 2004: 285-290

- Šilc, J. 1963. Vpliv dušika na razvoj in pridelek žita v odvisnosti od tehnologije gnojenja in klimatskih pogojev ter vzgoja novih sort, sposobnih da optimalno izkoristijo dušično gnojilo. SBK, zaključno poročilo: 23 s.
- Šilc, J. 1964. Gnojenje pšenice z dušikom. Monografska publikacija, tekstovno gradivo, NUK: 15 s.
- Šilc, J. 1974. Tehnični in tehnološki normativi za pridelovne pšenice. KIS, Ljubljana, monografska publikacija: 28 s.
- Šilc, J., Hočevar, J., Mrhar, M. 1976. Tehnični in tehnološki normativi za pridelovanje pšenice. Prikazi in informacije. KIS, Ljubljana: 27 s.
- Tajnšek, A. 1980. Strnine in koruza v Sloveniji, (Knjižnica za pospeševanje kmetijstva, XI/1981). Ljubljana: Kmečki glas, 167 s.
- Tajnšek, A. 1982. Nega pšenice med rastjo. *Sodob. kmet.*, 15, 11: 432-434
- Tajnšek, A. 1983a. Ugotavljanje morfoloških faz žita: primerjava treh sistemov. *Sodob. kmet.*, 16, 4: 153-155
- Tajnšek, A. 1983b. Učinek CCC na pridelek pšenice. *Sodob. kmet.*, 16, 11: 446-448
- Tajnšek, A., Kocjan, D. 1984. Slovenski sistem pridelovanja pšenice. *Sodob. kmet.*, 1984, 17, 9: 359-363
- Tajnšek, A. 1985. S stezasto setvijo do boljše in lažje oskrbe ozimin. *Kmeč. glas*, 25.09.1985, 39: 5
- Tajnšek, A., Kocjan, D. 1986. Optimalizacija tehnologije pridelovanja poljščin: poročilo 1986, (Biološke osnove kmetijskih rastlin). Ljubljana: Biotehniška fakulteta - VTOZD za agronomijo, 30 s.
- Tajnšek, T. 1988. Pšenica. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 160 s.
- Tajnšek, A., Šantavec, I. 1997. Ertragsbildung und Stickstoffbilanz im IOSDV Ljubljana-Jable nach der Ersten Fruchtfolgerotation. *Arch. Acker - Pflanzenbau Bodenkd.*, 41: 143-153
- Tajnšek, A., Šantavec, I. 1999. Ergebnisse der Ersten Zwei Fruchtfolgerotationen des IOSDV Rakičan. *Arch. Acker - Pflanzenbau Bodenkd.*, vol. 44, no. 6, 473-487
- Tajnšek, A. 2003a. Je zastoj hektarskih pridelkov pšenice v Sloveniji samo posledica klimatskih sprememb. *Sodobno kmetijstvo*, 36, 9: 13-20
- Tajnšek, A., Čeh Brežnik, B. 2004. Gnojenje pšenici v vzhodni in osrednji Sloveniji s stališča pridelkov in odvzemov dušika. V: *Novi izzivi v poljedelstvu 2004. Čatež ob Savi 13.-14. 12. 2004.* Tajnšek A. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 276-284
- Tajnšek, A. 2006. Landwirtschaftsstrategie zu Handeln nach Regeln der Nitratdirektive: Reichen die bisherigen Fachrichtlinien?. *Acta Agriculturae Slovenica*, 87, 1: 79-92
- Zanjekovič, M. Pepelasta plesen (*Erysiphe graminis* DC f. sp. *tritici* Marchall) na pšenici. Diplomsko delo, Ljubljana, Biotehniška fakulteta: 22 s.
- Zemljič, A., Sušin, J. 2000. Vpliv dognojevanja z dušikom na pridelek in kakovost ozimne pšenice. V: *Novi izzivi v poljedelstvu 2000. Moravske toplice 14.-15. 12. 2000.* Tajnšek A., Šantavec I. (ur.). Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 189-193
- Wild, A. 2003. *Soils, Land and Food. Managing the land during the twenty-first century.* Cambridge University Press: 246 s.
- Wiesler F., Armbruster, M. 2006. Die Umsetzung der europäischen Wasserrichtlinie in Deutschland und daraus abgeleiteter Forschungs- und beratungsbedarf. *Acta Agriculturae Slovenica*, 87, 1: 27-38

Correct choice of cultivar and cultural practices - basis of economical wheat production

Nikola HRISTOV¹, Novica MLADENOV², Ankica KONDIĆ-ŠPIKA²

Abstract

Three novel winter wheat cultivars (Ljiljana, Sonata and Diva) have been tested at Rimski Šančevi experiment field of Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad, applying different planting dates, seeding rates and fertilizer doses. If we fail to plant at an optimum date, it is difficult to compensate for the loss in grain yield. Increased seeding rate and fertilizer dose may mitigate the loss, but these practices increase considerably the cost of production. If seeding rate and fertilizer dose are increased for an optimum planting date, the obtained yield increase cannot compensate for the increased inputs when market prices of the inputs and final product are compared. Correct choice of cultivar for a particular region, planting at optimum date and application of cultural practices – seeding rate and fertilizer dose – allow a successful and economical wheat production.

Key words: wheat, cultivar, fertilization, planting date, planting density.

Pravilna izbira sorte in agrotehnike – osnova ekonomične proizvodnje pšenice

Izvelek

Na poskusnem polju Rimski Šančevi Znanstvenega inštituta za poljedelstvo in vrtnarstvo Novi Sad je bilo preizkušenih nekaj novih sort ozimne pšenice (Ljiljana, Sonata in Diva). Preučevani so bili različni roki setve, količine semena in gnojilni odmerki. Če zamudimo optimalni rok setve, je zelo težko nadoknaditi izgubo pridelka. S povečanjem količine semena in obilnejšim gnojenjem se to delno da nadoknaditi, vendar se ob tem znatno podraži proizvodnja pšenice. Če povečamo gostoto setve in gnojilne odmerke pri optimalnem roku setve, povečanje pridelka ne kompenzira povečanega vložka sredstev ob trenutnih cenovnih razmerjih med ceno inputa in pšenice. Pravilen izbor sorte za določeno območje, setev v optimalnem roku in uporaba sortno specifične agrotehnike (gostota setve in odmerki gnojil) pridelovalcem omogočajo uspešno in predvsem ekonomično proizvodnjo pšenice.

Ključne besede: pšenica, kultivarji, gnojenje, čas setve, gostota setve

1 Introduction

Small grains breeding has a long and successful tradition at Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. Each year, novel wheat cultivars are placed on the market. These cultivars are typically adapted to a variety of agroecological conditions (Mladenov et al., 2006). During more than 60 years since the establishment of the Department, over 300 cultivars of different plant species were developed (wheat, durum wheat, barley, triticale, and oats). Of that number, 222 are winter wheat cultivars.

The novel cultivars have superior genetic potentials for grain yield and quality compared with the earlier cultivars. Agroecological conditions and application of up-to-date production technology remain as limiting factors in crop production (Loomis and Amthor, 1996). The genetic yield potential as production factor is exploited at mere 20%. The global average wheat yield is around 2.5 t/ha while the yield potential of the novel cultivars exceeds 14 t/ha. Because of a low rate of utilization of the novel genotypes and the causes leading to it, production potentials of cultivars are exploited to a larger measure (Panković and Malešević,

¹ Dr. Institute of Field and Vegetable Crops, M. Gorkog 30, 21000, Novi Sad, Serbia, e-mail: hristov@ifvcns.ns.ac.yu

² Dr., the same address

2006). It ensues that breeding will continue to play a key role in raising the production potential of wheat (Denčić, 2006), but actual yields will depend much more on production technology.

Combined efforts of breeders and cultivation practitioners have resulted in the development of cultivars adapted to a particular location and a particular production technology. In response to the perpetual demand for cultivars with ever-increasing genetic yield potential and grain technological quality, the novel cultivars Ljiljana, Sonata and Diva have been developed.

The objective of this paper is to help wheat growers to find a suitable cultivar for a particular region and to adjust planting date and cultural practices - seeding rate and fertilizer dose - to the requirements of the cultivar.

2 Material and method

In the course of 2004 and 2005, three winter wheat cultivars, Ljiljana, Sonata and Diva, were tested at Rimski Šančevi experiment field of Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad. The trials were established in a random block design in three replications. The experimental unit size was 3 m². Six planting dates were tested: 1, 10, 20, 30 October, 9 and 19 November, 2004, in combination with four seeding rates: 300, 500, 700 and 900 viable seeds per m². A dose of 200 kg/ha of NPK fertilizer (15:15:15) was applied before primary tillage. Three nitrogen doses were applied for side dressing, 50, 100 and 150 kg/ha. The control variant received no side dressing (0).

Economic calculations were made on the basis of the following prices: 100 €/t for CAN fertilizer (27%), 0.206 €/kg for wheat seed and 0.1 €/kg for wheat grain.

Ljiljana, a medium early winter wheat cultivar, has very good resistance to low temperature. The spike is white, medium compact, awnless, about 9 cm long. The grain is exceptionally vitreous and red. Stem height is about 90 cm, providing very good resistance to lodging and simultaneously sufficient amounts of straw for livestock. Excellent resistance to leaf rust and powdery mildew and very good resistance to the cereal leaf beetle (*Lema melanopa*) contribute to a reduced use of pesticides and ecological safety of production.

Excellent technological quality, excellent milling and baking qualities and a balance among the quality indicators place this cultivar in the 1st technological group.

The cultivar's genetic yield potential is above 11 t/ha. Remarkable adaptability of the cultivar is demonstrated by high and stable yields obtained on soils of different fertility and under different climatic conditions. Drought stress, exhibited mainly through a reduced length of the phenophases, especially grain forming and filling, causes serious problems to bread wheat growers. Thanks to its accelerated translocation of nutrients during the critical phases, Ljiljana successfully withstands the negative effects of drought.

Sonata, a medium late winter wheat cultivar, has very good resistance to low temperature and very high resistance to grain shattering. The spike is white, medium compact, awnless, 9-10 cm long. The grain is bright red. Because of excellent resistance to lodging, which is due to a strong but pliable stem and the height of about 75 cm, the cultivar is capable of receiving increased fertilizer without risk of lodging. It has very good resistance to leaf rust, powdery mildew and especially yellow rust, the occurrence of which has intensified in a recent period.

The cultivar Sonata is classified in the 3rd technological group. It is an important bread cultivar with modest quality.

The cultivar's genetic yield potential exceeds 11t/ha. The excellent potential for productive tillering, manifested by a large number of spikes and high seed set, is the basis for high and stable yields. The high adaptability, which is due to the genetic divergence of the parent

components, permit the cultivar to be grown in a variety of production regions, especially those prone to drought stress.

Diva, a medium late winter wheat cultivar, has very good resistance to low temperature. The spike is white, medium compact, awnless, about 8 cm long. The grain is vitreous and red colored. Plant height is 77 cm. The stem is exceptionally pliable, resulting in excellent lodging resistance. The cultivar has excellent resistance to leaf and stem rusts and powdery mildew as well as very good resistance to yellow rust.

The cultivar's quality parameters place it in the 1st technological group. The high content of proteins, especially gluten, makes Diva an excellent raw material for high-quality bakery and other products.

The cultivar's genetic yield potential exceeds 11 t/ha. It is capable of providing high and stable yields under a variety of climatic and soil conditions, on fertile and less fertile soils and in humid and in dry years alike.

3 Results and discussion

The Novi Sad Institute's researchers are aware that excellent cultivar and quality seed are not sufficient for obtaining high yields and making the wheat production profitable. Concurrently with the development of high-quality and high-yield cultivars, agrotechnical tests are conducted in order to optimize the production process for each cultivar, applying a simple but effective formula: cultivar + cultural practices = successful production.

3.1 CORRECT FERTILIZATION

Regardless of preceding crop, mineral fertilization in the fall is an obligatory practice. NPK application is important not only for high yield performance but also for plant resistance to stress conditions (Laloux et al., 1980).

The 2004/05 fertilization trial showed that the cultivars Ljiljana and Sonata obtained highest average yields with the dose of 150 kg N/ha. However, that dose was not economically justified since the dose of 50 kg N/ha produced a somewhat lower yield but much higher financial effects (tab.1).

Table 1: Grain yield of wheat (t/ha) depending on fertilizer dose (kg/ha N) and seeding rate (no. of viable seeds/m²) in 2004/2005

Cultivar	Seeding rate	Fertilizer dose				Average
		0	50	100	150	
Ljiljana	300	6.37	6.51	6.60	6.57	6.51
	500	6.76	6.78	6.72	6.91	6.79
	700	6.84	6.92	6.45	6.49	6.67
	900	6.74	6.81	7.19	7.38	7.03
	Average	6.68	6.75	6.74	6.84	6.75
Sonata	300	5.84	6.84	6.68	7.03	6.60
	500	6.21	6.64	6.92	7.57	6.83
	700	6.55	7.27	7.18	7.09	7.02
	900	6.68	6.83	6.96	7.17	6.91
	Average	6.32	6.89	6.93	7.21	6.84

While the increase in fertilizer dose tended to increase production costs and yield performance, the profit (€/ha) expressed in terms of total income and fertilization cost was reduced in both cultivars (tab.2).

Table 2: Wheat production profitability depending on fertilizer dose

Cultivar	Description	Fertilizer dose (kg/ha N – kg /ha CAN)		
		50 / 185	100 / 370	150 / 555
Ljiljana	Yield (t/ha)	6.75	6.74	6.84
	Income (€/ha)	675	674	684
	Costs of fertilizer (€/ha)	18.5	37.0	55.5
	Profit (€/ha)	656.5	637	628.5
Sonata	Yield (t/ha)	6.89	6.93	7.21
	Income (€/ha)	689	693	721
	Costs of fertilizer (€/ha)	18.5	37.0	55.5
	Profit (din/ha)	670.5	656	665.5

*Calculations based on the following prices: 100 €/t of CAN fertilizer (27%) and 0.1 €/kg for wheat grain.

With most cultivars, excess nitrogen fertilization has a negative effect reflected in plant lodging and decreases in hectoliter weight and 1000-grain weight (empty grains). It is most effective and most profitable to have the soil analyzed and to apply the recommended fertilizer dose (Hocking and Stapper, 2001).

3.2 CORRECT PLANTING DENSITY

Taking in consideration seed price, the seeding rate of 500-600 viable seeds/m² secures a satisfactory yield level and considerable savings in the case of the cultivar Ljiljana. Namely, the trial with different seeding rates showed that Ljiljane had the highest average yield with 900 viable seeds/m² (tab.1). With that seeding rate, the seed cost for the cultivar Ljiljana was higher by 36.3 €/ha than in the case of the optimum rate of 500 viable seeds/m², while the final effect was lower by 12.3 €/ha in spite of the higher average yield (tab.3). High yields are not always in proportion with increased seeding rate (Lloveras et al., 2004), indicating an uneconomical use of seed for planting.

Table 3: Wheat production profitability depending on seeding rate – the cultivar Ljiljana

	Seeding rate (no. of viable seeds/m ² - kg/ha)			
	300 / 132	500 / 220	700 / 308	900 / 396
Yield (t/ha)	6.51	6.79	6.67	7.03
Income (€/ha)	651	679	667	703
Costs of seed (€/ha)	27.2	45.3	63.4	81.6
Profit (€/ha)	623.8	633.7	603.6	621.4

In the case of the cultivar Sonata, the highest average yield was obtained with the maximum seeding rate (tab.1). Since Sonata forms a large number of secondary tillers, the high seeding rate depressed that trait (Lithourgidis et al., 2006). The recommended rate is between 500 and 550 viable seeds/m², which permits the expression of varietal specificity while maintaining the economy of production. The increase of seeding rate from 500 to 700 viable seeds/m² did

increase the profit (by 3.3 €/ha) but the increased seed cost (by 15.7 €/ha in the case of the higher rate) made that profit economically unjustifiable (tab.4).

Table 4: Wheat production profitability depending on seeding rate – the cultivar Sonata

	Seeding rate (no. of viable seeds/m ² - kg/ha)			
	300 / 114	500 / 190	700 / 266	900 / 342
Yield (t/ha)	6.60	6.83	7.02	6.09
Income (€/ha)	660	683	702	609
Costs of seed (€/ha)	23.5	39.1	54.8	70.5
Profit (€/ha)	636.5	643.9	647.2	538.5

Calculations based on the following prices: 0.206 €/kg for wheat seed, 0.1 €/kg for wheat grain and 1000-grain weights for Ljiljana and Sonata of 44g and 38g, respectively.

3.3 PLANTING AT OPTIMUM DATE

Planting date is a key factor in wheat production while it does not exact additional costs. Adherence to the dates recommended for particular cultivars ensures better rooting, increases the growing season and improves the productive tillering (Blue et al., 1990). The yield will be higher and the negative effects of drought and other climatic factors will be diminished since plants are able to take up water and nutrients from deeper soil layers.

All three cultivars had highest average yields in the second planting date (tab.5).

Table 5: Grain yield of wheat (t/ha) depending on planting date and seeding rate (no. of viable seeds/m²) in 2004/2005

Cultivar	Seeding rate	Planting date						Average
		1st date	2nd date	3rd date	4th date	5th date	6th date	
Ljiljana	300	6.52	7.29	6.31	5.79	5.72	5.89	6.25
	500	6.75	7.36	6.56	5.70	5.72	6.10	6.36
	700	6.83	7.46	6.62	5.44	5.99	5.74	6.35
	900	7.16	7.91	6.97	5.82	6.18	6.00	6.67
	Average	6.81	7.50	6.61	5.69	5.90	5.93	6.41
Sonata	300	5.74	6.96	6.60	5.48	5.48	4.20	5.74
	500	6.69	7.68	7.47	6.29	6.40	4.79	6.55
	700	7.00	7.76	7.50	6.47	6.76	5.21	6.78
	900	6.81	7.65	7.09	6.22	6.29	5.17	6.53
	Average	6.56	7.51	7.16	6.11	6.23	4.84	6.40
Diva	300	6.34	7.29	6.33	6.31	5.94	5.55	6.29
	500	6.85	7.76	6.59	6.66	5.80	5.66	6.55
	700	6.97	7.65	7.31	6.65	6.59	5.53	6.78
	900	6.82	7.47	6.86	6.07	6.51	5.30	6.50
	Average	6.74	7.54	6.77	6.42	6.21	5.51	6.53

For the cultivars Ljiljana and Diva, the recommended date is between 5 and 20 October. As Sonata showed a lower yield reduction in the third planting date than the previous two cultivars, its recommended date is somewhat longer, between 5 and 25 October. Regardless of planting date, the tested seeding rates had unchanging effects on the average grain yield. Similarly to Sonata, high seeding rate reduced the average yield in the cultivar Diva too

(tab.5). Consequently, 500-550 viable seeds/m² are recommended for the latter cultivar, for obtaining maximum financial effects.

It is important for farmers to understand that nothing can fully compensate for a missed optimum planting date (Satorre, 1999). After the third planting date, all three cultivars had considerably lower average yields, regardless of seeding rate (tab.5). Increased seeding rate only mitigates a drastic yield reduction, but it cannot make for failure made at the time of planting, which "must take its dues".

3.4 EXCELLENT RESULTS IN LARGE-PLOT TRIALS

Wheat cultivars from different breeding institutes have been tested in a network of large-plot trials that included 18 locations in the Vojvodina Province and 15 locations in Central Serbia. Novi Sad cultivars were superior and took leading positions in almost all locations. Average results as related to the standard cultivar Pobeda are shown in table 6. The cultivar Diva was somewhat behind the standard cultivar in the locations in the Vojvodina Province, and it will be tested in the locations in Central Serbia starting from the next growing season. However, it should be mentioned here that Diva performed uniformly in all locations, without large variations either positive or negative, which confirms the cultivars adaptability to different conditions of growing.

Table 6: Results of 2004/2005 large-plot trials conducted in the Vojvodina Province and Central Serbia

Cultivar	Vojvodina		Central Serbia	
	No. of locations	Yield (t/ha)	No. of locations	Yield (t/ha)
Sonata	18	5.60	15	5.25
Ljiljana	18	5.46	15	5.25
Diva	18	5.36	-	-
Pobeda	18	5.44	15	5.03

As a confirmation of their high adaptability to different conditions of growing, the three cultivars have shown excellent results which guarantee successful production and popularity among growers who know how to recognize what is good for them.

4 Conclusions

Economical wheat production is a target strived for by all farmers. Agreement among human requirements, soil, plants and profit can be achieved by optimizing the cultivation factors. If we miss the optimum planting date, it is difficult to compensate for the loss in grain yield. The failure can be mitigated by increasing seeding rate and fertilizer dose, however, these increases boost considerably the cost of production. If increased seeding rate and fertilizer dose are applied at an optimum planting date, the obtained yield increase cannot compensate for the increased inputs when market prices of the inputs and final product are compared. Use of chemicals in wheat production is dictated by the economy of the practice and ecological awareness.

Correct choice of cultivar for a particular region, planting at optimum date and application of appropriate cultural practices – seeding rate and fertilizer dose – allow a successful and economical wheat production.

5 Literature

- Blue, E.N., Mason, S.C., Sander, D.H. 1990. Influence of planting date, seeding rate, and phosphorus rate on wheat yield. *Agron. J.* 82: 762–768
- Denčić, S. 2006. Genetika i oplemenjivanje strnih žita. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 42: 377-394
- Hocking, P.J., Stapper, M. 2001. Effects of sowing time and nitrogen fertiliser on canola and wheat, and nitrogen fertiliser on Indian mustard. I. Dry matter production, grain yield, and yield components. *Australian Journal of Agricultural Research* 52: 623-634
- Laloux, R., Falisse, A., Poelaert, J. 1980. Nutrition and fertilization of wheat. p. 19–24. *In* Wheat documenta Ciba-Geigy. Tech. Monogr. Ciba-Geigy, Basel, Switzerland
- Lithourgidis, A.S., Dhima, K.V., Damalas, C.A., Vasilakoglou, I.B.; Eleftherohorinos, I.G. (2006): Tillage Effects on Wheat Emergence and Yield at Varying Seeding Rates, and on Labor and Fuel Consumption. *Crop Sci* 46: 1187-1192
- Lloveras, J., Manent, J., Viudas, J., Lopez, A., Santiveri, P. 2004. Seeding Rate Influence on Yield and Yield Components of Irrigated Winter Wheat in a Mediterranean Climate. *Agron. J.* 96: 1258-1265
- Loomis, R.S., Amthor, J.S. 1996. Limits to Yield Revisited. In: Reynolds, M.P., Rajaram, S., Alma McNab (ed). *Increasing Yield Potential in Wheat: Breaking the Barriers*. Ciudad Obregon, Sonora, Mexico: 76-89
- Mladenov, N., Denčić, S., Hristov, N., Kobiljski, B. 2006. Osobine novih novosadskih sorti pšenice. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 42: 403-413
- Panković, L., Malešević, M. 2006. Tehnologija gajenja strnih žita sa posebnim osvrtom na tritikale. Zbornik radova, Naučni institut za ratarstvo i povrtarstvo Novi Sad, 42: 427-433
- Satorre, E.H. 1999. Plant density and distribution as modifiers of growth and yield. p. 141–159. *In* E.H. Satorre and G.A. Slafer (ed.) *Wheat: Ecology and physiology of yield determination*. Food Products Press, New York

Testing of pre-harvest sprouting tolerance in two-rowed winter barley

Novo PRŽULJ¹, Vojislava MOMČILOVIĆ¹

Abstract

In some barley-growing areas there is excessive precipitation during physiological maturity, which may generate pre-harvest sprouting (PHS) and damage this crop. PHS reduces the quality of malting barley and the nutritive value of fodder barley. Growing of genotypes tolerant to PHS with favorable other agronomic and technological properties is the main approach in the prevention of PHS damage. In the paper, the PHS tolerance of 30 cultivars of two-rowed winter barley is discussed. Testing was performed with intact spikes in wet sand and four estimates of PHS tolerance were made (emergence index - EI, degree of sprouting after 7 days of spike wetting - DD7, number of emerged kernels per spike - TE, and percentage of emerged kernels per spike - PE). Varieties Marylin, Sonate, Korten, Novosadski 529, Belivia, and Walfair had satisfactory levels of PHS tolerance. Seed dormancy was in significant positive correlation with PHS. Genetic improvement represents a main pathway in barley breeding against PHS damage.

Key words: dormancy, correlation, methods of testing, pre-harvest sprouting, winter barley (*Hordeum vulgare* ssp. *distichum* L.)

Testiranje nagnjenosti h kalitvi na klasu pri dvovrstnem ječmenu

Izvleček

V nekaterih regijah, kjer pridelujejo ječmen, prihaja do obilnih padavin v času fiziološke zrelosti, kar lahko povzroči kalitev zrnja na klasu in posledično povzroči škodo. Ta pojav zmanjšuje kakovost pivovarskega in krmno vrednost krmnega ječmena. Glavni pristop k zmanjševanju škode zaradi kalitve zrnja na klasu je pridelovanje sort, pri katerih ne prihaja do tega pojava, obenem pa imajo dobre druge agronomске in tehnološke lastnosti. V prispevku je obravnavana dovzetnost za kalitev na klasu 30 sort dvovrstnega ječmena. Testiranje je bilo izvedeno na nepoškodovanih klasih v mokrem pesku, narejene pa so bile štiri ocene tolerance na kalitev zrnja na klasu (odstotek kalivosti, odstotek kalivosti posrednih dneh navlaževanja klasov, število vzkaljenih zrn na klas, odstotek vzkaljenih zrn na klas). Zadovoljivo toleranco na kalitev zrnja na klasu so imele sorte: Marylin, Sonate, Korten, Novosadski 529, Belivia in Walfair. Dormanca semena je bila statistično značilno v pozitivni povezavi s kalitvijo semena na klasu. Izboljšanje genetskih lastnosti je najpomembnejša pot pri pridelovanju ječmena, odpornega na kalitev zrnja na klasu.

1 Introduction

Pre-harvest sprouting (PHS) in barley represents kernel germination on the spike in the field before harvesting due to wet weather (Goslin et al. 1981). PHS is the result of the complex activity of biochemical and physiological processes of endosperm modification determined by genetic and ecological factors. Germination of barley kernels prior to harvest leads to a serious reduction in the quality of malting barley and the nutritive value of fodder barley and difficulties in supplying sufficient raw material with an adequate processing performance.

Although there are other factors that prevent PHS damage, PHS resistance is mostly a result of dormancy (Belderok 1968, Piech et al. 1970, Simpson 1990). The weather conditions during ripening influence kernel dormancy duration by decreasing dormancy and increasing susceptibility to PHS (Belderok 1968). Mares (1989) have thought that seed dormancy

¹ Research Institute of Field and Vegetable Crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia, e-mail: przulj@ifvcns.ns.ac.yu, phone: + 381 21 4898 220, + 381 64 8205 790

represents the primary component of pre-harvest sprouting tolerance and that about 60 to 80% of PHS tolerance could be attributed to this trait.

Although PHS resistance is important for barley production and utilization, there is little information about the PHS tolerance of particular varieties. The aim of this paper is to make an assessment of pre-harvest sprouting tolerance and pre-harvest dormancy of barley by using different methods of evaluation.

2 Material and methods

In the experiment there were included 30 cultivars of winter two-rowed barley (*Hordeum vulgare* ssp. *distichum* L.) different according to the origin and major biological-productive characteristics (listed in Table 2). The sowing was carried out within the optimum period on a non-calcareous chernozem at Novi Sad (45° 20' N, 15° 51' E, 83 m asl). The sowing dates were 9 October 1997, 5 October 1998, 6 October 1999 and 4 October 2000, the plots were 2 m² in size, and the sowing rate was 350 plants per m². At physiological maturity, the plots were covered by transparent plastic roofs to protect the plants from rain. The harvest maturities were performed on 20 June 1998, 19 June 1999, 8 June 2000 and 25 June 2001.

Spikes were collected at three different stages characterized by a different water content: W₁ - seven days before harvest ripeness (when about 50% of the spikes/kernels on the plot reached the 18-20% moisture concentration on a wet weight basis), W₂ - at harvest ripeness (about 12-14% moisture), and W₃ - seven days after harvest ripeness (about 9-12% moisture).

All germination experiments were carried out according to the complete randomized block design with four replications/spikes for emergence estimates and three replications for germination estimates determination.

In May 1998, the average daily air temperatures and average rainfall were on the level of long-term average values. Temperatures were exceptionally high in June – the maximum daily temperature exceeded 35°C in ten days. Although the rainfall was above the average, water surplus did not occur because of high evapotranspiration.

May 1999 was warmer than the long-term average. Mean daily temperatures were above the average in 21 days. The rainfall in May was on the level of the average. May 1999 was warmer and with higher rainfall than the respective averages.

May and June 2000 were exceedingly warm and dry. Mean daily temperatures were above the long-term averages but total rainfalls were considerably below the averages.

In May 2001, the mean daily temperatures and total rainfall were above the long-term averages. June 2001 was cool and rainy, the rainfall doubling the average value.

Methods of testing of PHS and dormancy are described in our previous paper (Pržulj et al. 1997). The emergence index (EI) was obtained on the basis of the following calculation: the number of emerging coleoptiles on day 4 x 7 + the number on day 5 x 6 + on day 6 x 5 + number on day 7 x 4 + number on day 10 x 1. The number of emerged kernels on the seventh day represented the DD7 estimate. The number of coleoptiles on day 10 represented the total emergence (TE) value. From the relation of total emergence value and kernel number per spike, the emergence percentage (PE) was obtained.

Grain dormancy (GD) was determined in three replications with a hundred kernels each. The germination index (GI), a parameter to determine the speed of germination, was obtained from the following calculation: number of kernels with emerged coleoptiles on day 3 x 5 + number on day 4 x 4 + number on day 5 x 3 + number on day 6 x 2 + number on day 7 x 1. The germination percentage (GP) represented a proportion of germinated kernels.

3 Results

The ANOVA showed that the time of sampling, i.e. kernel water content, was of importance for PHS in two (EI and PE) out of four estimates of PHS tolerance (Table 1).

Across the years and varieties, all PHS tolerance parameters had the lowest values at W_1 and the highest at W_3 . The percentage of germinated kernels per spike across years and varieties was 17, 30, and 39 at W_1 , W_2 , and W_3 water content, respectively. Variation due to variety was significant in all four tests of PHS tolerance and about 10% of total variation was due to this component (Table 1).

Table 1: ANOVA for different PHS tolerance indicators

Source of variation	Degree of freedom	EI	DD7	TE	PE	GI	PG
Kernel water content							
(W)	2	*	ns	ns	*	*	**
Variety (G)	29	**	**	**	**	**	**
W x G	58	*	ns	ns	ns	**	**
Year (Y)	3	*	**	**	**	**	**
W x Y	6	**	**	**	**	**	**
G x Y	87	**	**	**	**	**	**
W x G x Y	174	**	**	**	**	**	**
% of variance components							
Kernel water content							
(W)		13	10	10	11	32	47
Variety (G)		9	10	9	10	12	10
W x G		3	1	1	1	8	5
Year (Y)		16	19	27	27	1	1
W x Y		12	9	10	10	18	13
G x Y		12	9	13	12	7	6
W x G x Y		21	32	16	16	21	16
Error		14	10	14	13	1	2

* Significant at $P=0.05$, ** Significant at $P=0.01$, ns-nonsignificant

Interaction between water content and genotype was significant only for EI. This is because most of the cultivars had a lowest number of emerged kernels at W_1 and the largest number of emerged kernels at W_3 water kernel content. The cv. Novosadski 529 had approximately the same and very low PHS damage at all three water contents. PHS tolerance of the cultivars strongly depended on the water content and the years, which shows marked $W \times G \times Y$ interactions, with the percentage of variance component ranging from 16% to 32%.

Due to the different ranking of the genotypes for PHS tolerance and GD indicators and a significant genotype x year interaction, data are presented for each year separately (Table 2).

Significant differences for PHS were found between kernel water content and the tested cultivars in each study year. The $W \times G$ interaction was also significant for each year, which means that the changes in PHS tolerance from W_1 to W_3 were different among the varieties.

Grain dormancy may be defined as the inability of viable embryos to germinate when subjected to the favourable conditions of temperature, moisture, and oxygen. ANOVA showed that all single factors, i.e. kernel water content, varieties and years as well as their interactions, had generated a level of GD (Table 1). The largest component of variance belonged to kernel moisture content – 32% and 47% in GI and PG tests, respectively.

Table 2: Main effect of cultivar (G) and kernel water content (W) on emergence index and germination index of 30 spring barley cultivars in four years (1997/98-2000/01)

Cultivars	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01	1997/98	1998/99	1999/00	2000/01
	Emergence index				Germination index			
Novosadski 519	30	43	2	52	172	121	72	146
Novosadski 525	65	38	2	92	132	192	109	173
Novosadski 529	20	5	0	1	116	34	9	3
Novosadski 535	75	90	6	96	213	311	149	217
Rex	62	21	1	71	177	134	35	153
KM.914	106	9	0	74	155	199	125	265
KM.1056	40	19	1	88	116	47	26	156
Alpha	61	8	1	55	91	86	37	117
Cleroff	48	0	0	0	63	6	1	3
Sonate	8	2	3	20	50	26	51	41
Melusine	26	48	21	63	110	77	146	104
Sonja	63	29	23	27	146	57	142	157
Astrid	62	61	17	78	252	171	185	214
Hanna	45	35	4	83	118	127	171	247
Kaskade	96	77	10	60	284	158	100	223
Waveney	71	14	8	70	217	58	15	168
Marinka	105	57	5	37	230	53	107	209
Irla	69	50	40	92	223	93	201	199
Mallard	58	26	56	51	123	74	237	87
Marylin	5	11	13	29	43	50	50	5
Ayla	93	59	14	85	225	164	199	226
Korten	9	33	0	13	115	78	3	4
Belivia	20	13	14	11	124	87	97	38
Monaco	57	1	9	52	144	35	53	126
Amethist	123	11	28	71	256	128	78	91
Flamenco	72	16	62	55	113	69	94	84
Marna	53	18	12	52	133	49	70	50
Walfair	20	28	3	20	146	171	60	57
Gk Omega	47	8	13	54	174	90	45	106
Victoria	50	25	21	60	200	32	75	57
LSD _{0.05}	18	20	10	16	9	9	8	13
LSD _{0.01}	24	26	14	21	11	12	10	17
Kernel water content (KWC)								
W ₁	17	12	1	42	23	29	31	88
W ₂	48	38	12	58	155	88	139	61
W ₃	100	35	25	62	288	181	104	224
Significance								
KWC	**	**	**	**	**	**	**	**
Genotype (G)	**	**	**	**	**	**	**	**
W x G	**	**	**	**	**	**	**	**

** Significant at P=0.01

Across the tested cultivars and study years, the highest level of GD was observed at W₁ and the lowest at W₃, although the simple coefficient of correlation showed some different relationships (Table 3). Indeed, GD was in a significant positive correlation with kernel water content at W₁, but at W₃ the association was not significant for GI and negative for PG. This could be partly a result of a strong WxGxY interaction.

The simple correlation coefficient among the used PHS tolerance estimates (EI, DD7, TE, and PE) was highly significant and positive (Table 3). PE fitted the best data of the other germination tests and the coefficient of determination (R^2) was the highest with EI (over 0.8). This means that PE could represent a valuable assessment of PHS tolerance. As this method also requires less work, it could be recommended as a useful indicator for PHS tolerance determination. The correlations among W_1 , W_2 , and W_3 for all PHS tolerance traits were highly significant and positive (Data not shown).

Table 3: Simple correlation coefficients between PHS and SD indicators across four years (1997-2000) at W_1 , W_2 , and W_3 kernel water content

Traits	Time of sample taking	Kernel moisture content	DD7	EI	TE	PE	GI
EI	W_1	0.33**	0.66**				
	W_2	-0.22*	0.72**				
	W_3	0.04 ^{ns}	0.65**				
TE	W_1	0.15 ^{ns}	0.48**	0.74**			
	W_2	-0.17 ^{ns}	0.26**	0.53**			
	W_3	-0.25**	0.37**	0.61**			
PE	W_1	0.28**	0.60**	0.90**	0.80**		
	W_2	-0.22**	0.56**	0.89**	0.57**		
	W_3	0.09 ^{ns}	0.64**	0.97**	0.59**		
GI	W_1	0.46**	0.55**	0.55**	0.48**	0.53**	
	W_2	-0.05 ^{ns}	0.19*	0.39**	0.55**	0.39**	
	W_3	0.06 ^{ns}	0.45**	0.61**	0.27**	0.58**	
PG	W_1	0.40**	0.51**	0.48**	0.43**	0.47**	0.95**
	W_2	0.01 ^{ns}	0.1 ^{ns}	0.23**	0.54**	0.24**	0.95**
	W_3	-0.31**	0.29**	0.41**	0.51**	0.37**	0.79**

* Significant at $P=0.05$, ** Significant at $P=0.01$, ns-nonsignificant

4 Discussion

PHS in barley is highly affected by weather conditions, most of all by precipitation during barley ripeness. In our investigation, the highest PHS tolerance was recorded in the years with lower temperatures and sufficient precipitation during the first half of grain filling (1998 and 1999). In the other two years (1997 and 2000), temperatures during the first half of grain filling were high and the barley cultivars exhibited lower PHS tolerance. It seems that weather conditions during the second half of grain filling had less influence on PHS damage. Reddy et al. (1985) concluded that, in general, low temperatures during kernel development induce deep dormancy while low temperatures during germination break the dormancy of wheat seed. The significance of both the temperature and precipitation in determining PHS tolerance was also pointed out by King (1993). He suggested that dry treatment during the last phase of kernel development induces dormancy. Takahashi (1980) pointed out that exposure to high temperature 10 to 20 days after fertilization in barley represses the induction of dormancy. Sprouting damage of kernels in a humid chamber cannot always be detected visually. In that case, the falling number test and enzymatic tests are preferred over germination tests because alpha-amylase activity and PHS are positively correlated and starch quality of the seed may already be lowered before germination is visible.

The incorporation of increased sprouting tolerance into two-rowed barley (especially malting one) is desirable in humid areas. Genetic improvement of resistance to pre-harvest sprouting tolerance is the main pathway ensuring the malting and fodder quality of barley, and the new cultivars, in addition to good agronomic traits, should have a high level of sprouting resistance. PHS resistance can be increased if large genetic variability is available and by applying the correct selection criteria, among which the test in wet sand gives good results. Cultivars that in testing in humid chambers or wet sand at harvest ripeness have good sprouting tolerance could be used as donors of satisfactory PHS tolerance.

5 References

- Belderok, B. 1968. Seed dormancy problems in cereals. *Field Crop Abstr.* 21: 203-211
- Gosling, P.G., R.A. Butler, M. Black, and J.M. Chapman. 1981. The onset of germination ability in developing wheat. *J. Exp. Bot.* 32: 621-627
- King, R.W. 1993. Manipulation of grain dormancy in wheat. *J. Exp. Bot.* 48: 1415-1421
- McMaster, G.J. 1976. Response to GA3 in α -amilase synthesis of four wheat varieties. *Cereal Res. Commun.* 4: 227-230
- Mares, D.J. 1989. Pre-harvest sprouting damage and sprouting tolerance: assay methods and instrumentation. In: Derera NF (ed) *Pre-harvest Field Sprouting in Cereals*, pp 129-170. CRC Press Inc., Boca Raton, Florida
- Piech, J., M. Ruszkowski, Jaworska, K. 1970. Inheritance of the seed dormancy stage duration in winter wheat (*Triticum aestivum* L.). *Genetica Polonica* 11: 227-240
- Przulj N, Momcilovic V, Mladenov N and Markovic M (1997) Effect of temperature and precipitation on spring malting barley yields. In: Jevtić S and Pekić S (eds) *Proceedings of Symposium Drought and Plant Production*, pp195-204. Agricultural Research Institute Serbia, Yugoslavia
- Reddy LV, Metzger RJ and Ching TM (1985) Effect of temperature and seed dormancy of wheat. *Crop Sci.* 25: 455-458
- Simpson GM (1990) *Seed Dormancy in Grasses*. Cambridge University Press. Cambridge, UK, pp 297
- Takahashi N (1980). Effect of environmental factors during seed formation on pre-harvest sprouting. *Cereal Res. Commun.* 8: 173-183

Effects of microbial fertilizer BactoFil-A and mineral nitrogen fertilizer on corn yield

Ljubinko STARČEVIĆ,¹ Dragana LATKOVIĆ²

Astract

Biological nitrogen fixation has found practical application in the production of microbial fertilizers. Field trials were carried out at Srbobran experiment field of Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad in the period 2003-2005. The experimental treatments, just like the weather conditions, had a significant impact on the yield of corn. However, not all differences in yield between the years and the treatments were statistically significant. Highest average yields were obtained in the most favorable year, 2005, but they were statistically significant only in relation to the 2003 yields. Significant increases of average yield in relation to the control were registered only in the variants with 10 l.ha⁻¹ of BactoFil-A (0.94 t.ha⁻¹) and with 7.5 l.ha⁻¹ of BactoFil-A combined with 25 kg.ha⁻¹ N (1.15 t.ha⁻¹). It follows that BactoFil-A can substitute 75-100 kg.ha⁻¹ N in corn production.

Key words: biological nitrogen fixation, microbial fertilizers, corn yield

Učinek mikrobnega gnojila bactofil-A in mineralnega dušika na pridelek koruze

Izvilleček

Biološka vezava dušika si je vtrla pot v praktično uporabo z mikrobnimi gnojili. V obdobju 2003–2005 so bili izvedeni poljski poskusi na poskusnem polju Znanstvenega inštituta za poljedelstvo in zelenjadarstvo Novi Sad v Srbobranu. Obravnavanja v poskusu in vremenske razmere v posameznih letih so pomembno vplivali na pridelek zrnja koruze, vendar pa vse razlike med obravnavanji in leti niso bile statistično značilne. Najvišji pridelki zrnja so bili doseženi v vremensko najbolj ugodnem letu 2005, vendar je bila razlika statistično značilna le v primerjavi s pridelki zrnja v letu 2003. Pomembno povečanje povprečnega pridelka zrnja v primerjavi s kontrolo je bilo ugotovljeno le pri obravnavanjih z 10 l.ha⁻¹ BactoFil-A (0.94 t.ha⁻¹) in s 7.5 l.ha⁻¹ BactoFil-A v kombinaciji z 25 kg.ha⁻¹ N (1.15 t.ha⁻¹). BactoFil-A lahko pri pridelovanju koruze nadomesti 75-100 kg.ha⁻¹ N.

Ključne besede: biološka vezava dušika, mikrobnega gnojila, pridelek koruze

1 Introduction

Biological nitrogen fixation is a process of converting atmospheric nitrogen to ammonia by nitrogen-fixing microorganisms (Govedarica et al., 1997). In legumes, nitrogen fixation is a symbiotic process assisted by symbiotic bacteria from the genus *Rhizobium*. In addition to symbiotic nitrogen-fixing organisms, the soil contains also free-living nitrogen-fixing bacteria. These are capable of fixing atmospheric nitrogen in the amounts of 20-60 kg.ha⁻¹ N, or, according to some authors, up to 150 kg.ha⁻¹ N (Govedarica et al., 1997).

Biological nitrogen fixation has found practical application in the production of microbial fertilizers. Microbial fertilizers are used most frequently for the fertilization of legumes (Milić et al., 2004). In last two decades, free N-fixing bacteria were also effectively used for the production of microbial fertilizers (Milošević and Govedarica, 2001; Milošević et al., 2006).

¹ Prof. dr., Faculty of agriculture and Institute of field and vegetable crops, Maksima Gorkog 30, 21000 Novi Sad, Serbia

² MSc, assistant, the same address

At the beginning of 2002, two new microbial fertilizers appeared on the local market under the brand name BactoFil A and B. They were imported from Hungary by "A&S Union" from Subotica.

First tests of BactoFil-A application in corn were performed at Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad in the course of 2002. Because of a large interest of prospective users, the obtained results were published in a monthly "Poljoprivrednik" as a preliminary report.

2 Material and method

Field trials were carried out at Srbobran experiment field of Institute of Field and Vegetable Crops in Novi Sad in the period 2003-2005. Previous crops were vegetables grown for seed production. Primary tillage was performed timely, at the depth of 30 cm. Before corn planting, soil samples were taken from 30 cm layers to the depth of 120 cm. Soil analyses showed that the amount of mineral $\text{NO}_3\text{-N}$ was 106 kg.ha^{-1} . Experiments were set up in a random block design with 4 replications. The experimental unit was a plot of 28 m^2 , i.e., four rows 10 m long. Only two inner rows were harvested, i.e., the size of experimental unit was 14 m^2 . In that way we avoided the influence of fertilizers from neighboring plots, which occurs during seedbed preparation. The experimental object was NSSC-640, the most popular domestic corn hybrid. Planting was performed between 8 and 20 April, depending on the year. The distance between rows was 70 cm , with 25 cm between plants in the row. The seeding rate was thus $57,140$ viable seeds.

The following experiment variants were used:

1. Control – without fertilization
2. 10 l.ha^{-1} of BactoFil-A
3. 7.5 l.ha^{-1} of BactoFil-A + $25 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$
4. 5.0 l.ha^{-1} of BactoFil-A + $50 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$
5. 2.5 l.ha^{-1} of BactoFil-A + $75 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$
6. $100 \text{ kg.ha}^{-1} \text{ N}$

The data obtained for grain yield were statistically processed by the analysis of variance for two-factorial design, for crude proteins content by Kjeldahl's method. The weight of 1000 seeds was detected.

3 Results and discussion

Yield of air-dry corn grain (14% moisture). Experiments were conducted at Srbobran experiment field, on a highly fertile chernozem soil, in three years that varied considerably in weather conditions. The first year, 2003, had very unfavorable weather conditions, with low rainfall and high air temperatures. That year is counted among the 10 driest years in the period of last 54 years (Starčević et al., 2004). Still, the average yield of corn obtained in 2003 was quite high (11.65 t.ha^{-1}). The other two years, 2004 and 2005, were favorable for corn growing, especially the latter year. The respective average yields were 0.75 t.ha^{-1} and 2.03 t.ha^{-1} above the 2003 average yield (Tab. 1).

Considerable higher yields of corn grain in the favorable years of 2004 and 2005 were achieved also in the commercial production in the Vojvodina Province, 5.88 t.ha^{-1} and 6.54 t.ha^{-1} , respectively (Starčević and Latković, 2005, 2006), as compared with the 2003 average yield (3.66 t.ha^{-1}). The average yields obtained in our experiments were much above those in the commercial production, from 109% (2005) to 220% (2003).

There are several reasons that explain the high corn yield obtained in our experiment in the extremely dry year of 2003. In the first place it was the proximity of a Donava Tisa Donava

canal, resulting in a high relative air humidity. Further, those were favorable previous crops, quality soil tillage performed at optimum dates, early planting, high plant stand (almost 100%), and, of course, the chernozem soil.

Table 1: Yields (t ha^{-1}) of air-dry corn grain (14% moisture) in the period 2003-2005 (Srbobran experiment field)

Year	Variant						Average
	1	2	3	4	5	6	
2003	11.07	11.79	12.38	11.62	11.59	11.44	11.65
2004	11.81	13.11	13.02	12.78	11.74	11.94	12.40
2005	12.92	13.70	13.85	13.27	14.10	14.23	13.68
Average	11.93	12.87	13.08	12.55	12.48	12.54	12.58
LSD 5 %	A	B	A#B	B#A			
	1.49	0.85	1.48	1.76			

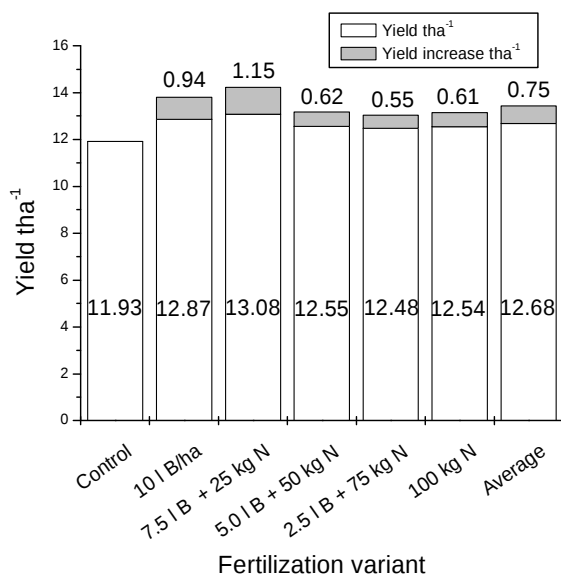


Figure 1: Effect of BactoFil-A and mineral nitrogen fertilizer on the yield of air-dry corn grain (2003-2005 average)

The experimental treatments, just like the weather conditions, had a significant impact on the yield of corn (Tab. 1). However, not all differences in yield between the years and the treatments were statistically significant. Highest average yields were obtained in the most favorable year, 2005, but they were statistically significant only in relation to the 2003 yields. The microbial fertilizer and mineral nitrogen applied alone as well as their combinations affected positively the yield of corn, in all years and on the average. Significant increases of average yield in relation to the control were registered only in the variants with 10 l ha^{-1} of BactoFil-A (0.94 t ha^{-1}) and with 7.5 l ha^{-1} of BactoFil-A combined with 25 kg ha^{-1} N (1.15 t ha^{-1}) (Figure 1).

Effects of the treatments in the experiment years (interactions) were similar to the average values. In less favorable years, higher yields were obtained in variants 2 and 3; with BactoFil-

A and where its portion was 75% (12.08:11.51 and 13.06:11.84, respectively). The variants with 75% and 100% of nitrogen were superior only in the exceptionally favorable year of 2005 (13.77:14.16). Starčević et al. (2005) obtained similar results in an experiment with organic fertilizers and different nitrogen doses (IOSDV). The analysis of interactions showed that the effect of the microbial fertilizer was higher than mineral nitrogen in the dry years. Higher yields with mineral nitrogen were registered only in 2005, which was quite rainy (Table 2). The highest average yield was obtained with 75% of BactoFila-A and 25% of mineral nitrogen, 13.07 t.ha⁻¹. It may be assumed this amount of nitrogen affected favorably not only corn plants but also the development of soil microorganisms early in the season. The same variant had a reduced weight of 1000 grains, since the number of grains per ear was increased.

Table 2: Grain yield, 1000-grain weight and crude protein content (2003-2005 average)

Variant	Year			Average	1000-grain weight	CP (%)
	2003	2004	2005			
Control	11.06	11.81	12.92	11.93	335.3	8.51
10 l.ha ⁻¹ B	11.78	13.11	13.70	12.86	321.8	8.28
7.5 l.ha ⁻¹ B + 25 kg.ha ⁻¹ N	12.35	13.01	13.85	13.07	333.4	8.13
5.0 l.ha ⁻¹ B + 50 kg.ha ⁻¹ N	11.69	12.78	13.26	12.57	340.1	8.37
2.5 l.ha ⁻¹ B + 75 kg.ha ⁻¹ N	11.60	11.79	14.10	12.50	336.6	8.56
100 kg.ha ⁻¹ N	11.44	12.10	14.22	12.59	341.4	8.42
Average	11.65	12.43	13.67		334.8	8.38

Two questions can be raised - can BactoFil-A replace mineral nitrogen in corn production and to what extent? The results of cited authors set this value at 60-90 kg.ha⁻¹ N. Our results were almost identical. The yields obtained with 10 l of BactoFil-A and with the ratio 75:25 (variant 3) were at the level or slightly better than that obtained with 100 kg.ha⁻¹ N. It follows that BactoFil-A can substitute 75-100 kg.ha⁻¹ N in corn production.

4 Conclusion

Following conclusions were drawn on the basis of the three-year study on the effect of BactoFil-A microbial fertilizer and combinations with nitrogen mineral fertilization:

- High yields of air-dry corn grain were obtained in all variants including the control.
- Established on a fertile soil, which allowed the control the yield of 12.93 t.ha⁻¹ of corn grain, all treatments impacted positively on the yield of corn in all years.
- The highest yield was obtained in the variant with 75% BactoFil-A and 25% of nitrogen.
- BactoFil-A is capable of substituting 75-100 kg.ha⁻¹ N.

5 Literature

- Govedarica, M., Milošević, N., Jarak, M. 1997. Biološka azotofiksacija u poljoprivredi: Mogućnosti primena i perspektive. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 29: 35-43
- Milošević, N., Govedarica, M. 2001. Mogućnost primene biofertilizatora u proizvodnji ratarskih neleguminoznih biljaka. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 35: 53-65
- Milošević, N., Jarak, M., Milić, V., Mrkovački, N. 2006. Mikrobiološka istraživanja od teorijskih osnova do preparata (1966-2005). Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, sv. 42: 327-338

- Milić, V., Jarak, M., Mrkovački, N., Milošević, N., Govedarica, M., Đurić, S., Marinković, J. 2004. Primena mikrobioloških đubriva i ispitivanje aktivnosti u cilju zaštite zemljišta. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 40: 153-168
- Starčević, Lj., Malešević, M., Marinković, B., Crnobarac, J. 2004. Vremenski uslovi u 2002/2003. godini i ostvareni prosečni prinosi najviše gajenih ratarskih biljaka. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 38: 305-319
- Starčević, Lj., Latković, D. 2005. Prinos kukuruza u Vojvodini, 2004. godine bio je najviši u poslednjih 10 godina (5,88 tha-1). Da li je moglo biti više? Da! Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 41: 385-394
- Starčević, Lj., Latković, D., Malešević, M. 2005. Dependence of corn yield on weather conditions and nitrogen fertilization in IOSDV Novi Sad. Arch. Acker-Pfl. Boden, 51, 5: 513-522
- Starčević, Lj., Latković, D. 2006. Povoljna godina za rekordne prinose kukuruza. Zbornik radova Naučnog instituta za ratarstvo i povrtarstvo, 42: 299-309

Kolobar kot temeljni ukrep omejevanja škode zaradi koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Darja KOCJAN AČKO¹, Nataša LIPOVEC²

Izvleček

Koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) je gospodarsko pomemben škodljivec evropskih koruzišč. Najbolj ogrožena je koruza pri pridelavi na strnjenih območjih v monokulturi. Na razmejenih območjih pojava koruznega hrošča (žarišče napada in varnostno območje) morajo pridelovalci koruze izvajati zakonsko predpisane ukrepe, od katerih je proti širjenju in omejevanju škode zaradi koruznega hrošča za zdaj najbolj učinkovit dve- do triletni kolobar. Rezultati analize vrstenja na treh konvencionalnih poljedelsko-živinorejskih kmetijah v severovzhodni Sloveniji kažejo, da je pojav hrošča leta 2003 najbolj vplival na sestavo kolobarja na kmetiji A, kjer so monokulturo koruze razbremenila druga žita; pri sestavi biološko uravnoveženega kolobarja bo treba nadaljevati z zmanjšanjem deleža koruze, vključevanjem stročnic in prezimnih dosevkov. Na kmetiji B so že pred letom 2004 vrstili koruso na dve leti; s pristopom kmetije v Slovenski kmetijski okoljski program pa se je povečala ne le pestrost glavnih posevkov, ampak tudi krmnih dosevkov, kot so krmna ogrščica, inkarnatka in mnogocvetna ljuljka. Tudi na kmetiji C so se zaradi pojava koruznega hrošča morali odreči korusi v monokulturi in jo uvrstiti v kolobar med pšenico, sladkorno peso in krmni grah, katerih deleži pa še niso biološko uravnoveženi. Rezultati kažejo na pravočasne in ustrezne kmetijske ukrepe. Reja živine, ki je temeljna dejavnost preučevanih in številnih drugih slovenskih kmetij, zaradi pojava koruznega hrošča za zdaj ni ogrožena.

Ključne besede: *zea mays*, koruza, *diabrotica virgifera virgifera*, koruzni hrošč, monokultura, kolobar

Crop rotation as a basic measure for reducing damage caused by Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte)

Abstract

Western corn rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) is a pest that has a large economical importance on the European fields of maize (*Zea mays* L.). Maize production is most threatened on large areas; where the monoculture of maize is predominate. On the divide areas of western corn rootworm appearance (focus and protective areas) the agricultural practice should be performed according to legal regulations. The 2 to 3 rotation is for now the most efficient measure in preventing spreading and reducing damage caused by western corn rootworm. The crop rotation analyses made on the three conventional agricultural and cattle-breeding farms in Northeast Slovenia shows, that appearance of the western corn rootworm in the year 2003 had the highest influence on crop rotation on the farm A, where monoculture of maize was discharged by other cereals. For biologically balanced crop rotation, the part of maize should be reduced and on the other hand legumes and winter crops should be included. On the farm B maize was alternating on two years even before 2004. After the farm entered the Slovenian agricultural environments program, there crop rotation increased its diversity with main crop and fodder crops like feed rape, crimson clover and Italian ryegrass. Because western corn rootworm appeared on the farm C they also had to decline maize production as the monoculture. They put it in the crop rotation together with wheat, sugar beet and feed pea, but their proportionate shares have not reached biological balance yet. The results indicate that the cattle breeding, which is the basic branch of majority of Slovenian farms, is not threatened due to timely measures of agricultural policy.

¹ Viš. pred., dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, e-pošta: darja.kocjan@bf.uni-lj.si

² Univ. dipl. inž. kmet., dipl. inž. agr., Semenarna Ljubljana d.d., Dolenjska cesta 242, 1000 Ljubljana

Key words: *zea mays*, maize, *diabrotica virgifera virgifera*, western corn rootworm, monoculture, crop rotation

1 Uvod

Po letu 1992, ko se koruzni hrošč (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) nezadržno širi po Evropi, škoda na koruzi ni več zanemarljiva. Na temelju kritičnega števila hroščev na rastlino so strokovnjaki določili prag škodljivosti v monokulturi in v dvopolju (po Urek in Pajmon, 2004). Ko je presežen prag škodljivosti, se pojavi izpad pridelka koruze, ki je lahko manjši za 10 do 30 %, po nekaterih podatkih pa tudi za 50 in več odstotkov.

Koruzni hrošč se je pojavil v Sloveniji leta 2003 in sicer na severovzhodu (Prekmurje, Podravje) in na zahodu države (Goriška). Do zdaj se je razširil po vsem Prekmurju, našli so ga na Štajerskem do Dramelj, od koder prodira proti osrednji in južni Sloveniji (Urek in sod., 2004; Fišinger, 2005; Matko, 2006).

Pokazalo se je, da za boj proti hrošču niso dovolj le strokovna priporočila kmetom, ampak je večina evropskih držav sprejela zakonske ukrepe, ki jih kmetje morajo upoštevati. Po nekaterih ocenah je največja intenzivnost širjenja hrošča na strnjenih območjih koruze v monokulturi brez zadrževalnih ukrepov, to je 60 do 100 km letno oziroma tja do 40 km letno pri upoštevanju ukrepov, kot so kolobar, uničevanje gostiteljskih rastlin (plevelov in samorasle koruze), biotično in kemično zatiranje ličink in hroščkov. Gospodarska škoda, ki jo povzročata koruzni hrošč in njegova ličinka, lahko nastane pet do sedem let po pojavu na novem območju (Urek in sod., 2004; Urek in Pajmon, 2004; Urek in Modic, 2004).

Kolobarjenje na intenzivnih poljedelsko-živinorejskih kmetijah omejujeta velikost obdelovalnih zemljišč na kmetijo in majhne njive, po drugi strani pa je znano, da je koruza kot škrobnato energetsko krmilo praktično nezamenljiva.

1.1 KOLOBAR

Sodelavci Katedre za poljedelstvo in sonaravno kmetijstvo na Biotehniški fakulteti (Tajnšek, 1994; Tajnšek in Šantavec, 1998; Kocjan Ačko, 1990; 1999; 2002; 2004) že več kot desetletje opozarjamo na setev vse manj poljščin ter na njihovo neenakomerno razporeditev v kolobarju (Statistični letopis, 2005). Od približno 170.000 hektarjev njiv v zadnjih letih je koruza na približno 70.000 hektarjih (nad 40 % njiv), to pomeni, da jo kmetje sejejo v ozkem kolobarju (koruza-pšenica) in v monokulturi.

Na ta način so se prerasnmnožili nekateri v posevku koruze tipični škodljivci, na primer strune, sovke in koruzna vešča (Tajnšek in sod., 1991), pojav koruznega hrošča pa je pri pomanjkljivi učinkovitosti kemičnih in drugih ukrepov vzrok ponovnega uvajanja koruze v kolobar. Na območjih, kjer so že ugotovili prisotnost tega škodljivca, so proti širjenju in omejevanju škode zaradi koruznega hrošča določili razmejena območja pojava koruznega hrošča (žarišče napada in pripadajoče varnostno območje) ter varovalni pas, kjer morajo pridelovalci koruze izvajati zakonsko predpisane ukrepe, od katerih je za zdaj najbolj učinkovit dve do triletni kolobar. Seznam območij za Slovenijo je objavljen na spletni strani Fitosanitarne uprave Republike Slovenije (FURS, 2004; 2005).

Pri sestavi biološko uravnoteženega kolobarja, se lahko kmetje in strokovnjaki zgledujejo po norfolškem kolobarju (okopavina, jarina, stročnica, ozimina), v katerem so ozimna in jara strna žita skupaj na 50 odstotkih zemljišč, okopavine in stročnice pa zasedajo po 25 odstotkov zemljišč (Sadar, 1961; Spanring, 1959; Butorac, 1999; Kocjan Ačko in sod., 2005). Pomembno mesto v njem imajo stročnice, ki v simbiozi z bakterijami iz rodu *Rhizobium*

vežejo zračni dušik, ki ga po zaoravanju in mineralizaciji posredujejo naslednji pojščini v kolobarju.

2 Material in metode dela

Z raziskavo smo analizirali sestavo petih kolobarjev na treh konvencionalnih poljedelsko-živinorejskih kmetijah (A, B in C) v severovzhodni Sloveniji v obdobju 2000 do 2007 ter zajeli stanje pred in po pojavu koruznega hrošča pri nas. Gospodarji vseh treh kmetij, ki ležijo na razmejenem območju pojava koruznega hrošča, so nam pomagali z zapiski o velikosti kmetije, staležu živali, načinu gnojenja, o vrsti in količini posameznih gnojil, o velikosti njiv ter o poljščinah.

Menimo, da se bodo pokazale pomembne razlike v sestavi kolobarja med njivami in kmetijami pred in po pojavu koruznega hrošča. S pomočjo deležev poljščin v biološko uravnoteženem norfolškem kolobarju bomo za posamezno kmetijo ugotovili biološko vrednost novih kolobarjev in možnosti za njihovo izboljšanje.

3 Rezultati z diskusijo

Kmetija A je poljedelsko-živinorejska kmetija, ki obsega 10 ha kmetijskih zemljišč, od tega 8,5 ha njiv in 1,5 ha travnikov. V letu 2005 je bilo v hlevu 8 krav molznic lisaste pasme, 3 biki, 4 plemenske telice, 8 brijih svinj, 9 mladih prašičev in 39 pujskov do 20 kg.

V obdobju 2000 do 2003 je bila na njivah najbolj pogosto koruza za silažo in sicer vsa štiri leta na njivi Zabrežič, po dve leti zaporedoma sta bili pod koruzo njivi Doma in Sušava (preglednica 1). Na njivi Sušava je bila dve leti po koruzi TDM, sestavljena iz pasje trave, lucerne, mnogocvetne ljuljke in mačjega repa. V obdobju pred pojavom hrošča je bil najširši kolobar na njivi Banat, kjer so koruzi za silažo sledili ozimni ječmen, sladkorna pesa in ozimna pšenica, koruza pa je bila ponovno na isti njivi leta 2004. V obdobju 2000 do 2007 so sejali dosevek le dvakrat in sicer leta 2000, ko je bila po ječmenu na njivi Doma ajda, leta 2003 pa je bila po pšenici mnogocvetna ljuljka.

Da zadovoljijo potrebe po koruzi, jo od leta 2004 vrstijo na dve leti med ozimni ječmen in med ozimno pšenico (njivi Zabrežič in Log), na njivah Doma in Sušava pa so zaradi zaporedne setve sejali drugo leto seme, razkuženo s fitofarmaceutskim sredstvom Poncho. Na njivi Banat je bil enak kolobar kot pred pojavom hrošča, le da je bila na dve leti posejana ozimina obakrat pšenica.

Največ težav s prehrano živali na kmetiji so imeli leta 2006, ko je bila v kolobarju koruza za zrnje le na eni njivi (Log); izkoristili so zaloge silaže iz prejšnjih let, večji pa je bil tudi dokup močnih krmil.

Čeprav je v izboljšanem kolobarju po pojavu hrošča delež obeh ozimnih žit primerljiv z deležem v norfolškem kolobarju, se ta izmenjujejo le s koruzo in s sladkorno peso, okopavinama, ki pokrivata drugo polovico zemljišč.

V obdobju 2004 do 2008 je z okopavinami kot velikimi porabnicami hranil in humusa najbolj obremenjen kolobar na njivi Sušava, kar pa nadomestijo z organskimi in mineralnimi gnojili. V primerjavi z nofolškim kolobarjem manjkajo v vseh kolobarjih stročnice, s katerimi bi lahko pridelali beljakovinsko krmo, ki jo do zdaj v celoti kupujejo. Poleg TDM, lucerne in zrnatih stročnic (krmni grah vitičar, soja) naj gospodar poskusi s setvijo krmnih in prezimnih dosevkov stročnic, kot so črna detelja, grašica, inkarnatka in podzemna detelja. Pri istem staležu živali bo tudi v prihodnje težko zmanjšati delež koruze za več kot 10%.

Na kmetiji B se ukvarjajo z intenzivno mesno živinorejo, manjši del je proizvodnja mleka. V letu 2005 je bilo v hlevu 50 bikov različne starosti in 8 krav molznic lisaste pasme. Obdelujejo 24 ha zemljišč, od tega je 18,5 ha njiv in 5,5 ha travnikov.

Kolobar na kmetiji B je bil že pred pojavom hrošča sestavljen izključno iz žit, kjer so vrstili koruzo za zrnje ali silažo v dvopolju, enkrat z ozimno pšenico, drugič z ozimnim ječmenom. Leta 2004 so na kmetiji pristopili v Slovenski kmetijski okoljski program in glede na zahteve izdelali kolobarni načrt za obdobje 2005 do 2009 (preglednica 2).

Pregl. 1: Kolobar na petih njivah konvencionalne poljedelsko-živinorejske kmetije A

Ime in velikost njive	Leto 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Zabrežič (1,78 ha)	koruza za silažo	koruza za silažo	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimni ječmen	koruza za zrnje	ozimna pšenica	koruza za zrnje
Doma (0,38 ha)	ječmen + dosevek ajda	koruza za silažo	koruza za silažo	pšenica + dosevek ljuljka	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimna pšenica	ozimni ječmen
Banat (0,86 ha)	koruza za silažo	ozimni ječmen	sladkorna pesa	ozimna pšenica	koruza za silažo	ozimna pšenica	sladkorna pesa	ozimna pšenica
Log (0,29 ha)	koruza za silažo	ozimni ječmen	sladkorna pesa	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimni ječmen	koruza za zrnje	ozimna pšenica
Sušava (0,92 ha)	koruza za silažo	koruza za silažo	TDM	TDM	koruza za zrnje	koruza za zrnje	ozimna pšenica	koruza silažo

Pregl. 2: Kolobar na petih njivah konvencionalne poljedelsko-živinorejske kmetije B

Ime in velikost njive	Leto 2005		2006		2007		2008		2009	
	Glavni posevek	Dosevek	Glavni posevek	Dosevek	Glavni posevek	Dosevek	Glavni posevek	Dosevek	Glavni posevek	Dosevek
Pole (1,06 ha)	koruza za silažo	-	ozimna pšenica	inkarnatka	koruza za silažo	-	ozimna pšenica	krmnna ogrščica	sirek	m. ljuljka
Gaj (1,22 ha)	koruza za silažo	krmnna ogrščica	sirek	m. ljuljka	koruza za silažo	-	ozimna pšenica	krmnna ogrščica	koruza za silažo	inkarnatka
Sele (1,31 ha)	ozimni ječmen	krmnna ogrščica	koruza za zrnje	-	ozimna pšenica	krmnna ogrščica	sirek	inkarnatka	koruza za silažo	-
Podles (1,0 ha)	koruza za silažo	-	ozimna pšenica	krmnna ogrščica	sirek	-	ozimni ječmen	krmnna ogrščica	sirek	m. ljuljka
Podrakitje (0,89 ha)	ozimna pšenica	krmnna ogrščica	koruza za silažo	-	ozimni ječmen	inkarnatka	koruza za silažo	-	ozimna pšenica	m. ljuljka

Pri setvi korusa na dve leti je na njivah Pole, Gaj in Podrakitje za vsakim glavnim posevkom predviden dosevek za krmo, kot na primer krmna ogrščica, inkarnatka in mnogocvetna ljuljka. Dosevki so ne le dodatek k drugi voluminozni in beljakovinski krmi, ampak tudi s pokritostjo tal ohranjajo njihovo rodovitnost tal, manjše je izpiranje hranil predvsem v zimskem obdobju. Čeprav je na konvencionalni poljedelsko-živinorejski kmetiji B ugotovljen biološko bolj sprejemljiv kolobar, bi lahko s setvijo voluminoznih ali znatih stročnic v glavnem posevku povečali količino beljakovinske krme iz njiv, sočasno pa bi zmanjšali porabo mineralnega dušika. Na njivah Sele in Podles je predvideno vrstenje korusa na tri oziroma na štiri leta, kar predstavlja manj možnosti za širjenje hrošča tudi v prihodnje.

Glavna dejavnost poljedelsko-živinorejske **kmetije C** je reja govejih in prašičjih pitancev. Konec leta 2005 je bilo na kmetiji 16 govejih pitancev, 4 krave dojilje, 3 plemenske telice in 23 prašičjih pitancev. Skupna velikost kmetijskih zemljišč znaša 16,6 ha, od tega je 14,1 ha njiv in 2,5 ha travnikov.

V obdobju 2000 do 2003 je bila koruza v zaporedni setvi in sicer tri leta na njivi Črnivec in Okole, v kolobarju na njivah Duge njive, Rjavi breg in Križišče pa so vrstili koruzo na štiri

leta, k čemur je prispevalo dosledno upoštevanje pravil za tri- do štiriletni kolobar s peso (preglednica 3).

Po pojavu hrošča se kolobar na njivah s peso ni pomembno spremenil, na njivi Duge njive je bil leta 2006 posejan krmni grah, ki je nadomestil koruzo na njivi Črnivec leta 2005. Na njivi Okole se je v obdobju 2004 do 2007 pojavila koruza le enkrat, na njivi Križišče, ki že v preteklosti ni bila obremenjena z zaporedno setvijo koruze, pa so jo v celoti izpustili.

Pregl. 3: Kolobar na petih njivah konvencionalne poljedelsko-živinorejske kmetije C

Ime in velikost njive	Leto 2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Duge njive (3,20 ha)	sladkorna pesa	ozimna pšenica	koruza za silažo	ozimna pšenica	sladkorna pesa	ozimna pšenica	krmni grah	sladkorna pesa
Črnivec (1,31 ha)	koruza za silažo	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimni ječmen	koruza za zrnje	krmni grah	koruza za zrnje	ozimna pšenica
Okole (0,48 ha)	koruza za silažo	koruza za silažo	koruza za silažo	ozimni ječmen	koruza za silažo	ozimni ječmen	sladkorna pesa	ozimna pšenica
Rjavi breg (0,67 ha)	sladkorna pesa	koruza za silažo	ozimni ječmen	sladkorna pesa	ozimna pšenica	koruza za silažo	ozimni ječmen	ozimna pšenica
Križišče (2,33 ha)	koruza za silažo	sladkorna pesa	ozimna pšenica	koruza za zrnje	ozimna pšenica	sladkorna pesa	ozimna pšenica	krmni grah

Čeprav na kmetiji pridelujejo krmni grah, je njegov obseg v kolobarju še vedno premajhen, zato bi ga kazalo povečati na 25 %, zlasti če lahko zadržijo stalež živine brez pretirane pridelave koruze. Vključili bi kazalo tudi druge vrste krmnih dosevkov, strniščnih in prezimnih, ki bi vsi dali ne le dodatno krmo, ampak ugodno vplivali na biološko bolj uravnotežen in z norfolškimi kolobarjem primerljivejši kolobar.

4 Sklepi

Na temelju analize kolobarjev na treh intenzivnih poljedelsko-živinorejskih kmetijah smo prišli do naslednjih ugotovitev:

- Pojav koruznega hrošča je povzročil kvalitativne spremembe v kolobarju na posameznih njivah in na celotni kmetiji.
- V kolobarju po letu 2004, ko se koruza ne pojavlja več kot dvakrat zaporedoma, in sicer so na kmetiji A monokulturo koruze, po letu 2004 razbremenili pšenica in ječmen. V prihodnje bi kazalo kolobar izboljšati s stročnicami, jarinami in prezimnimi posevki. Na kmetiji B, kjer je bila že pred pojavom hrošča koruza v dvopolju s pšenico, se je s pristopom kmetije v SKOP (l. 2005) kolobar razširil na pet let. Uvedenih je bilo več vrst glavnih posevkov in krmni dosevki, kot so krmna ogrščica, inkarnatka in mnogocvetna ljuljka. Tudi na kmetiji C so se leta 2004 morali na nekaterih njivah odreči zaporedni setvi koruze. Odločili so se za kolobar s pšenico, sladkorno peso in krmnim graham, katerih deleži za zdaj še ne ustrezajo deležem v biološko uravnoteženem norfolškem kolobarju.
- Ugotovljene so razlike v sestavi kolobarja med kmetijami; nastale so ne le zaradi velikosti kmetije in njiv ter staleža živali, ampak so kazalec znanja in poguma gospodarjev kmetij, ki ga zahtevajo zlasti nepreizkušene proizvodne odločitve.
- Rezultati kažejo na pravočasne in ustrezne ukrepe kmetijske politike. Čeprav zaradi pojava hrošča ni ogrožena reje živine, ki je temeljna dejavnost preučevanih in številnih drugih slovenskih kmetij, se bo dejanska škoda zaradi naselitve hrošča pokazala čez pet do sedem let.

- Dokler strokovnjaki in kmetje ne najdejo prehranske alternative za koruzo oziroma ni dovoljena setev gensko spremenjenih hibridov koruze, ki so odporni na hrošča, bo treba kombinirati obstoječe ukrepe proti hrošču ter razmišljati o novih možnostih omejevanja škode, ki jo povzroča hrošč.
- Uvajanje stročnic (voluminoznih in zrnatih), kaže na možnost pridelave beljakovin za prehrano živali (grah, soja, voljčki bob), kar pomeni tudi manjši izdatek za beljakovinska krmila, ki jih kupujejo ne le kmetije A, B in C, ampak tudi druge slovenske poljedelsko-živinorejskih kmetije z intenzivno razvito živinorejo.
- Po desetletju pridelave koruze v monokulturi oziroma v ozkem kolobarju, kaže, da ozaveščanje kmetov in poučevanje za izboljšanje kolobarjev nista dovolj, zato je izbira poljščin in razmerje med njimi v kolobarju v prihodnje še bolj kot zdaj odvisna od strokovno pravih odločitev kmetijske politike.

5 Literatura

- Butorac, A. 1999. Sustavi biljne proizvodnje. V: Opća agronomija, Školska knjiga, Zagreb: 537-574
- Fišinger, U. 2005. Pojav koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) v Sloveniji. Seminar za pridobitev licence. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 20 s.
- Kocjan Ačko, D. 1992. Kolobar. V: Kmetijski priročnik, ČZD Kmečki glas: 116-127
- Kocjan Ačko, D. 1997. Pomen kolobarja za ohranjanje okolja in življenja v njem. Kmetovalec, 12: 5-6
- Kocjan Ačko, D. 1998. Novim kolobarjem na pot. Kmetovalec, 1: 5-9
- 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., Tolar, Š., Šantavec, I. 2005. Stročnice v kolobarju slovenskih ekoloških kmetij. Acta agriculturae slovenica, 85-1: 125-134
- Kocjan Ačko, D. 2006. Koruzo je treba kolobariti. Naša žena, 4: 78-79
- Matko, B. 2006. Koruzni hrošč v Sloveniji. Seminar za pridobitev licence. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko: 11 s.
- 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.
- Spanring, J. 1958. Kolobarjenje. Ljubljana, Kmečki glas: 63 s.
- Tajnšek, A. 1994. Kmetijstvo in okolje. Zbornik TZS: 442-447
- Tajnšek, A., Šantavec, I. 1998. Možnosti za sonaravni poljski kolobar v Sloveniji v primerjavi z državami EU. V: Kmetijstvo in okolje, Bled, 12.- 13. 3. 1998: 223-230
- Tajnšek, T., Milevoj, L., Čergan, Z., Osvald, J. 1991. Koruza. Ljubljana, Kmečki glas: 180 s.
- Urek, G., Pajmon, A. 1998. Monitoring koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* LeConte) v Sloveniji, poročilo za leto 1997. Sodobno kmetijstvo, 31, 11: 490-492
- Urek, G., Pajmon, A. 2004. Koruzni hrošč-*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte
<http://www.bf.uni-lj.si/ag/fito/opisi/sko272.htm> (20. feb. 2006)
- Urek, G., Modic, Š., Čergan, Z. 2004. Koruzni hrošč ogroža koruzo. Sodobno kmetijstvo, 37, 3: 31-38
- Urek, G., Modic, Š., Čergan, Z., Knapič, M. 2004b. Širjenje koruznega hrošča (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) v Sloveniji. Novi izzivi v poljedelstvu 2004. Ljubljana, SAD: 142-147
- Urek, G., Modic, Š. Koruzni hrošč. Kmetijski Inštitut Slovenije.
<http://www.kis.si/pls/kis/!kis.web?m=32&j=SI> (20. okt. 2006)
- Urek, G., Modic, Š. 2004. Occurrence of the Western Corn Rootworm (*Diabrotica virgifera virgifera* Le Conte) in Slovenia. Acta agriculturae slovenica, 83: 5-13
- Urek, G., Pajmon, A. 2004. Koruzni hrošč. Kmetovalec, 72, 4: 12-15

- Urek, G., Pajmon, A. Koruzni hrošč - *Diabrotica virgifera virgifera*. Kmetijski Inštitut Slovenije.
http://www.fito-info.bf.uni-lj.si/SI/Organizmi/OpisiSkod/Skodlj/dia_virg.htm (20. okt. 2006)
- Statistični letopis Republike Slovenije 2005. 2005. Ljubljana, Statistični urad RS: 480 s.
- Koruzni hrošč – obvestila. RS, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarna uprava RS. 2006 <http://www.furs.si/Diabrotica/index.asp> (20. feb. 2006)
- Pravilnik o fitosanitarnih ukrepih za preprečevanje širjenja koruznega hrošča. Ur. l. RS, št. 21-893/05
- Diabrotica virgifera*. 2005. European and Mediterranean Plant Protection Organization.
http://www.eppo.org/QUARANTINE/Diabrotica_virgifera/diabrotica_virgifera.htm (20. okt. 2006)
- Fitosanitarna uprava RS. 2004. Ukrepi za zatiranje koruznega hrošča. Kmetovalec, 73, 3: 6–10
- Odločba o razmejitvi območij napada in ukrepih za zatiranje koruznega hrošča. 2004. FURS.
http://www.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/VAR/ODLOCBA_koruzni_hrosc.pdf (20. okt. 2006)
- Odločba o razmejitvi območij napada in ukrepih za zatiranje koruznega hrošča. 2005. FURS.
http://www.furs.si/Diabrotica/ukrepi2005/Diabrotica_ODL_2005jan28konsolidirana2006avg04.pdf
(20. okt. 2006)
- Westlicher Maiswurzelbohrer (*Diabrotica virgifera virgifera*). 2006. Abteilung für nationale und internationale Angelegenheiten der Pflanzengesundheit.
<http://www.bba.de/ag/gesund/qso/diabvi.pdf> (20. okt. 2006)

Vpliv hitrosti vožnje na kakovost koruzne rezanice

Denis STAJNKO¹, Miran LAKOTA¹, Bogomir MURŠEC¹, Matjaž SAGADIN¹, David VIDENŠEK²

Izvleček

V poljskem poskusu smo proučevali vpliv delovne hitrosti na izgube in kakovost rezanja koruznih rastlin z enovrstnim silažnim kombajnom SIP SK-80. Ugotovili smo, da je hitrost vožnje značilno vplivala na zmanjšanje celokupnih izgub, in sicer od 1,76 % ($v_1=0,47$ m/s) na 0,76% ($v_3=1,64$ m/s). Vendar se je z večanjem delovne hitrosti večala samo izguba stebel in listov, in sicer od 0,60% na 0,96%, medtem ko se je izguba storžev zmanjšala od 3,52 % na 0,47 %. Nasprotno pa je kakovost delovanja, merjena v deležu zdrobljenih zrn, z naraščanjem delovne hitrosti upadala, saj je delež celih zrn v vzorcu zmlete koruzne mase narasel od 0,02 % na 0,86 %.

Ključne besede: silokombajn, hitrost, koruza, izgube, zdrobljenost zrnja

The effect of driving speed on the quality of corn silage cutting

Abstract

The influence of driving speed on the quality of corn silage and losses during the cutting processing was evaluated on the pulled one-row silo harvester SIP SK-80. It was proved in the field experiment, that the increase of speed statistically significant reduced the total losses of plants from 1,76 % ($v_1=0,47$ m/s) to 0,76% ($v_3=1,64$ m/s). However, with the increasing speed only the increase in losses of leaves and stalk from 0,60 % to 0,96 % were detected, while the losses of corncob were reduced from 3,52 % na 0,47 %. On the contrary, the processing quality was falling with the rising of speed as was the percentage of kernel breakage from 0,02 % to 0,86 %.

Key words: silo harvester, driving speed, corn losses, kernel breakage

1 Uvod

Silažna koruza je v Sloveniji ena najpomembnejših krmnih poljščin, saj je leta 2004 zasedala 26.122 ha njivskih površin (Stat. letopis, 2005). Spravilo poteka izključno mehanizirano s pomočjo polnošenih, vlečenih ali samohodnih silažnih kombajnov. Traktorski polnošeni silokombajni so bobenske ali kolutne izvedbe, medtem ko so vlečeni in samohodni večinoma bobenske izvedbe. Rezanje, drobljenje in nakladanje koruznih rastlin je energetsko zelo zahtevno opravilo, na katero vplivajo zrelost rastlin, dolžina rezi in naostrenost rezil. Chapmana s sod. (1981) je ugotovil, da znaša povečanje potrebne moči traktorja pri siliranju koruze z dvovrstnim vlečenim kombajnom 15 kW, če se dolžina rezi zmanjša od 9 mm na 6 mm. V kolikor pa se ob tem poveča še vlaga rastlin s 55% na 65%, je potrebnih še dodatnih 12 kW moči.

Teoretična dolžina rezanja koruze za silažo je odvisna od vlažnosti stebela, storža, zrelostnega razreda hibrida in vrste kombajna. Ker lahko le drobno zrezano dobro stlačimo in ustvarimo aerobne razmere za delovanje mlečnokislinskih bakterij, ki konzervirajo krmo, znaša optimalna dolžina rezanja 6-9 mm. V koliko je v kombajnu vgrajen kateri od sistemov za dodatno drobljenje zrnja, pa tudi 10-16 mm (Jirovec s sod., 1999).

Na povečanje energetske vrednosti koruzne silaže pomembno vpliva kakovostno prerezano, stisnjeno ali vsaj poškodovano zrnje. Bal s sod. (2000) in Johnson s sod. (2002) sta v svojih

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

² Opekarniška 12, 3000 Celje

raziskavah dokazala, da z naraščanjem nepoškodovanih zrn v silaži značilno upada delež neprebavljenega skupnega škroba. Nasprotno pa predrobno zrezana krma negativno vpliva na maščobe v mleku, saj se zmanjša efektivna količina vlaknin v obroku. Prav zaradi tega naj bi bil delež 12 mm dolgih vlaknin vsaj 15-20% (Wagner s sod. 2004). Za natančno rez (0,1 mm) je zelo pomembna ostrina nožev in protirezil ter razdalja med njimi, saj se krma le v primeru kakovostno pripravljenega stroja dobro zreže in je potrebno malo energije. V primeru prevelika razdalje med nožem in protirezilom (0,4 mm), se potrebna energija za rezanje podvoji, če pa so noži topi, prihaja do trganje koruzne rezanice in dodatne porabe energije (Strasser, 1989).

2 Material in metode dela

Dne 23.9.2005 se je na poskusnem polju v kraju Košnica pri Celju v lepem sončnem vremenu pripravljalo koruzno rezanico za siliranje. Posejan je bil hibrid Pioneer PR37H24 zrelostnega razreda FAO 370, z gostoto 84.000 rastlin na hektar (0,7 m x 0,17 m). Na polju smo z naključnim izborom najprej odmerili osnovne parcelice (50 m x 0,7 m) bločnega poskusa (3x3) ter s celotne površine odbrali 30 vzorčnih rastlin za vrednotenje deleža stebel, listov, storžev zrnja in oklaska. Pred vsako žetvijo parcelice smo prešteli rastline na posamezni poskusni parcelici in na osnovi prej odbranega vzorca ocenili maso koruznih rastlin.

V poskusu smo proučevali vpliv treh različnih hitrosti vožnje na kakovost rezanja koruznih rastlin, nastale izgube pri rezanju in delež celih oziroma nepoškodovanih zrn. Izbrana hitrost je bila odvisna od prestavnih razmer vlečnega agregat traktorja Zetor 6245, z močjo 35 kW in je znašala:

1. prestava z reduktorjem $v_1 = 0,47$ m/s (1,69 km/h),
3. prestava z reduktorjem $v_2 = 0,87$ m/s (3,13 km/h) in
5. prestava z reduktorjem $v_3 = 1,64$ m/s (5,90 km/h).

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

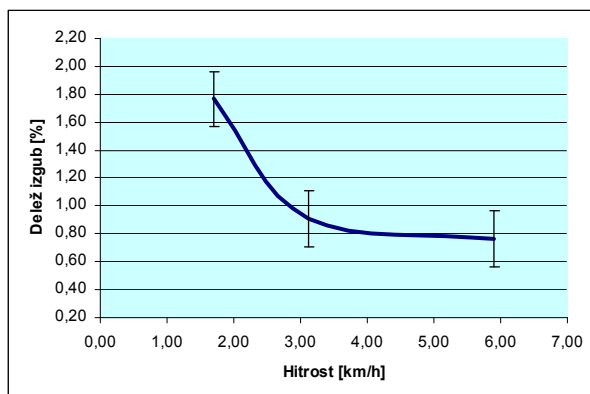
3 Rezultati z diskusijo

3.1 VPLIV HITROSTI VOŽNJE NA CELOKUPNE IZGUBE

Povprečno je bilo na vsaki poskusni parcelici 223 rastlin s skupno maso 174,94 kg, od tega 104,81 kg stebel z listi, 69,13 kg storžev, od tega 11,15 kg klasincev in 57,98 kg zrnja. Kakor je razvidno iz slike 1, večanje hitrosti vožnje pri spravilo silažne koruze statično neznatno vpliva na zmanjšanje celokupnih izgub. Glavni razlog za večje izgube pri nižji delovni hitrosti $v_1 = 0,47$ m/s predstavlja premajhen dotok mase koruznih rastlin v časovni enoti. Zaradi tega pa so rastline med potisnimi in dovajalnimi bobni silažnega kombajna premalo stisnjene in jih rezalni noži s protirezili, kljub zahtevanim stalnim obratom traktorske priključne gredi 540⁻¹, premalo natančno odrežejo.

Preglednica 1: Analiza variance skupnih izgube pri rezanju koruznih rastlin

	Varianca	SS	Df	Mean Square (kg/parcelo)	F _{izr}	F _{tab} $\alpha_{(0,05)}$	Sig.
	Obravnavanje	5,244	2	2,622	0,144	4,46	0,309
Skupne izgube	Skupine	10,928	6	1,821			
	Skupaj	16,172	8				



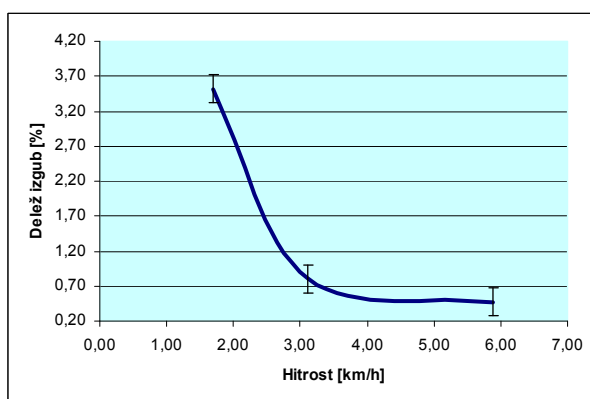
Slika 1: Delež celokupnih izgub v odvisnosti od delovne hitrosti

3.2 VPLIV HITROSTI NA IZGUBE STORŽEV

Natančnejša analiza izgub pri rezanju rastlin je pokazala, da predstavljajo izgubljeni storži najpomembnejši delež izgub in lahko z veliko statistično značilnostjo pripišemo zmanjšanje izgub naraščajoči hitrosti, pri čemer pa je bila statistično značilna razlika le med $v_1 = 0,47$ m/s in ostalima hitrostma (slika 3). Razlog za izgube storžev je prav tako v že omenjenem stiskanju rastlin v procesu rezanja. Ker predstavlja storž energetske najpomembnejši del rastline, se je izgubam najlažje izogniti s povečanjem delovne hitrosti na $v_2 = 0,87$ m/s (3,13 km/h), ki pa je tudi sicer v praksi največkrat priporočena.

Preglednica 2: Analiza variance izgub storžev pri rezanju koruznih rastlin

	Varianca	SS	Df	Mean Square (kg/parcelo)	F_{izr}	F_{tab} $\alpha_{(0,05)}$	Sig.
Izgube storžev	Obravnavanje	8,004	2	4,002	6,215	4,46	0,035*
	Skupine	3,863	6	0,644			
	Ostanek	11,867	8				



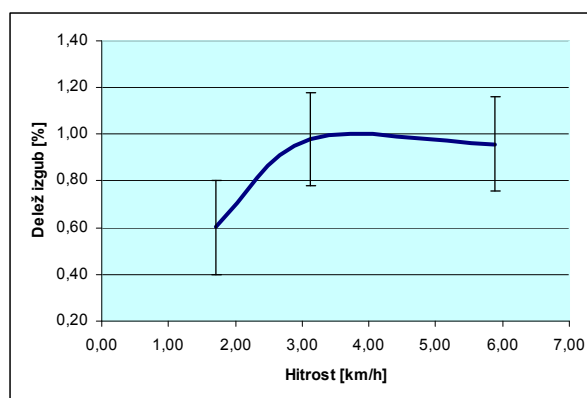
Slika 2: Delež izgub storžev v odvisnosti od delovne hitrosti

3.3 VPLIV HITROSTI NA IZGUBE ZELENE MASE

Čeprav je večina škrobne energije v koruznem zrnju, pa je tudi natančno pospravljen zeleni del rastlin kazalnik kakovosti delovanja stroja. Kot je razvidno iz slike 3, smo pri večjih delovnih hitrostih izmerili statistično neznačilno povečanje izgub listov in stebel. Razloge za nastale izgube deloma pripisujemo nekoliko premajhni prepustnosti sekalnih nožev pri največji proučevani hitrosti $v_3 = 1,64$ m/s (5,90 km/h).

Preglednica 3: Analiza izgub zelene mase pri rezanju koruznih rastlin

	Varianca	SS	Df	Mean Square (kg/parcelo)	F_{izr}	F_{tab} $\alpha_{(0,05)}$	Sig.
Izgube zelene mase	Obravnavanje	0,294	2	0,147	0,195	4,46	0,827
	Skupine	4,510	6	0,752			
	Ostanek	4,804	8				



Slika 3: Delež izgub zelene mase v odvisnosti od delovne hitrosti

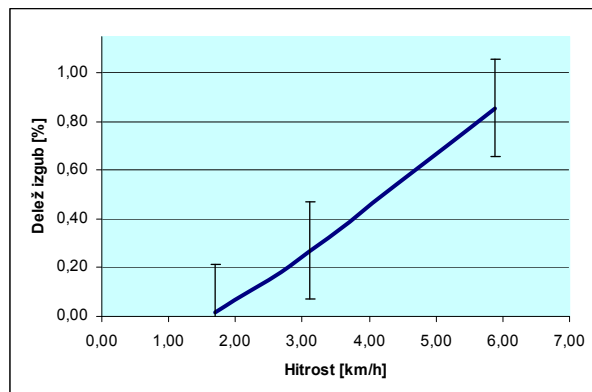
Preglednica 4: Analiza deleža celih zrn pri siliranju

	Varianca	SS	Df	Mean Square	F_{izr}	F_{tab} $\alpha_{(0,05)}$	Sig.
Masa celih zrn (2 kg mase)	Obravnavanje	41,847	2	20,923	11,806	4,46	0,008**
	Skupine	10,633	6	1,772			
	Ostanek	52,480	8				

3.4 VPLIV DELOVNE HITROSTI NA ŠTEVILO NEPOŠKODOVANIH ZRN

V številnih raziskavah je bilo ugotovljeno, da le silažni kombajni z dodatnimi drobnimi valji oziroma drobilno ploščo zagotovijo visok delež prelomljenih ali razrezanih zrn. Iz rezultatov, prikazanih na sliki 5, se vidi, da z naraščanjem koruzne mase rezalni noži diskastega rezalnika ne zmorejo poškodovati vseh zrn, zato je število celih zrn pri najvišji hitrosti ($v_3 = 1,64$ m/s) statistično večje od ostalih obravnavanj. Do podobnih ugotovitev je prišel tudi Jirovec s sodelavci (1999), ki pa je pri hitrosti 1,66 m/s z dodatnimi drobilnimi valji dobil manj kot 1 % nezlomljenih zrn, kar je v mejah našega poskusa (0,86 %) pri naši največji hitrosti $v_3 = 1,64$ m/s.

m/s (5,90 km/h). Na osnovi naših meritev lahko tako ugotovimo, da je opazovani silažni kombajn v vseh treh opazovanih hitrostih dovolj kakovostno poškodoval veliko večino zrnja in je nastala statistična razlika za vsakdanjo prakso nepomembna.



Slika 4: Delež nepoškodovanih zrn v odvisnosti od delovne hitrosti

4 Sklepi

Pri proučevanju delovanja enorednega polnošenega silokombajna SIP SK-80 smo ugotovili pomemben vpliv delovne hitrosti na kakovost rezanja rastlin in delež nastalih izgub. V natančnih poljskih poskusih se je pokazalo, da je pri nizki delovni hitrosti $v_1 = 0,47$ m/s (1,69 km/h) sicer možno zmanjšati delež nezdobljenih zrn na zanemarljivo 0,02 % raven, vendar pa ob tem naraščajo skupne izgube celih rastlin in izgube storžev. Zaradi premajhnega pretoka koruzne mase (5.960 kg/ha) in majhne delovne storilnosti (6,71 ur/ha) pa prva proučevana hitrost prav tako ni zanimiva za vsakdanjo prakso. Nasprotno pa smo izmerili največji pretok zelene mase (20.810 kg/ha) in delovno storilnost (1,92 ur/ha) pri največji opazovani delovni hitrosti $v_3 = 1,64$ m/s (5,90 km/h). Kljub nekoliko večjemu številu nezdobljenih zrn pa predstavlja 0,86 % delež nepoškodovanih zrn še vedno zelo majhno vrednost in je smiselno uporabljati tako velike delovne hitrosti povsod, kjer teren to omogoča. V nagnjenih in neizravnanih legah pa je seveda varneje voziti s hitrostjo $v_2 = 0,87$ m/s (3,13 km/h).

5 Literatura

- Bal, M.A., Shaver, R.D., Jirovec, A.G., Shinnors, K.J., Coors, J.G. 2000. Crop processing and crop length of corn silage: effects on intake, digestion and milk production by dairy cow. *Journal of Dairy Science*, Jun, 83, 6: 1264-1273
- Chapman, C.W.; Nyborg, E.O.; Thauberger, J.C. 1981. Evaluation report 200. New Holland 718 Forage Harvester, Alberta Farm Machinery Equipment Research Centre. 8 s.
- http://www.stat.si/letopis/2005/16_05/16-08-05.htm?jezik=si
- Jejčič, V. 1999. Silokombajn SIP ŠILO 80 B. 1999. *TiN Tehnika in Narava*, 4, ČZD Kmečki glas:10-11
- Jirovec, A.G., Shinnors, K. J., Shaver, R.D., Bal, M.A. 1999. Processing whole-plant corn silage with crop processing rolls. ASAE Paper AETC-105, Presented at the 1999 ASAE Agricultural Equipment Technology Conference. Louisville, KY Feb 8-10, 1999: 17 s.
- Johnson, L.M., Marrison, J.H., Davidson, D., Robutti, J.L., Swift, M., Mahanna, W.C., Shinnors, K. 2002. *Journal of Dairy Science*, Apr, 85, 6: 833-853
- Strasser, H. 1989. Vergleichsprüfung Anbaumaishäcksler. *FAT-Berichte* 365, Eid. Forschungsanstalt für Betriebswirtschaft und Landtechnik, Tanikon, Schweiz: 11 s.
- Wagner, A., Leurs, K., Büscher, W. 2004. Einfluss der Häcksellänge auf Verdichtbarkeit, Silierung und Nacherwärmung von Silomais. *Agrartechnische Forschung* 10, 4: 54-61

Pomen klimatskih in pridelovalnih vplivov na rast in razvoj zrnatega ščira

Silva GROBELNIK MLAKAR¹, Anton TAJNŠEK², Franc BAVEC³

Izvleček

Zrnati ščir, ki je bil pomembna poljščina predkolumbijskih civilizacij, zaradi prehranske in funkcionalne vrednosti postaja zanimiv za raziskovalce, uporabnike in pridelovalce. Poznavanje rasti in razvoja je ključno za uspešno pridelavo, zato je v (i) kontroliranih pogojih preverjen vpliv nekaterih talnih in klimatskih dejavnikov na delež vznika živih semen (PLSE) in maso vzniklih rastlinic štirih vrst ščira (*Amaranthus mantegazzianus* Paserini, *A. hypocondriacus* L. cv. G5, *A. cruentus* L. cv. G6 in *A. caudatus* L.). Glede na rezultate ščiru ustrezajo tla lažjih teksturnih razredov (peščena in peščeno-ilovnata tla), predvsem v razmerah, ko polni kapaciteti tal za vodo sledijo sušne razmere in se ilovnata tla zaskorjijo. V povprečju (različna tla in različni genotipi) lahko za uspešen vznik in večjo maso rastlinic priporočamo setev do globine 15 mm. Na peščeno-ilovnatih tleh je bil vznik nad 80% dosežen pri temperaturah nad 19 °C. Predvsem je na nižje temperature ob vzniku občutljiv *A. cruentus* cv. 'G6'. V primerjavi s temo in 24-urno osvetlitvijo je primernejša 12-urna osvetlitev. (ii) S poljskimi poskusi je bil preverjan vpliv leta, roka setve, gostote posevka in gnojenja z mineralnim dušikom na pridelek zelinja, žetveni indeks in pridelek ter kakovost zrnja košatega ščira *Amaranthus cruentus* L. cv. 'G6'. Poskus je vključeval dva roka setve (maj, junij), dve gostoti posevka (50 in 75 rastlin/m²) in tri stopnje gnojenja, določene glede na količino talnega mineralnega dušika ob setvi (kontrola, stopnja N1 = ciljna vrednost 140 kg N/ha in stopnja N2 = ciljna vrednost 200 kg N/ha). Na pridelek zelinja, zrnja (12% vlaga) in žetveni indeks v največji meri vpliva leto pridelave. Vrednosti pridelkov nihajo, glede na leto pridelave (2001 oziroma 2002), med 29819 in 48799 kg/ha zelinja, 1640 in 2687 kg/ha zrnja, žetveni indeks pa je bil med 0,22 in 0,30. V povprečju let se pridelki in količina surovih beljakovin v zrnju z gnojenjem linearno povečujejo. Na podlagi dvehletnih rezultatov je primernejša majska setev ščira in gostota posevka 50 rastlin/m².

Ključne besede: zrnati ščir, vznik, globina setve, vodni potencial tal, temperatura, fotoperioda, rok setve, gostota posevka, dušik, pridelek, surove beljakovine

Importance of some climatic and production conditions on growth and development of grain amaranth

Abstract

Amaranth, an important crop of Pre-Columbian civilizations, is a pseudocereal, the nutritional and functional values of which have attracted much interest by consumers, researchers and producers. Due to lack of the knowledge (i) experiments under controlled condition to determine the effect of soil and climatic factors on percentage of live seed emergence (PLSE) and seedling weight of four amaranth species: *Amaranthus mantegazzianus* Paserini, *A. hypocondriacus* L. cv. G5, *A. cruentus* L. cv. G6 and *A. caudatus* L. were conducted. According to results lighter soil textures (sand and sandy-loam) are more appropriate, especially when soil moisture from field capacity is decreased to -60 to -70 kPa and topsoil crusting occurred on the loam. In average (different soil textures and genotypes) sowing depth up to 15 mm is recommended. PLSE on sandy-loam was above 80% with temperatures higher than 19°C. Declining PLSE with decreasing temperature was found in all species, but more pronounced in *A. cruentus*. 12-hour photoperiod gave the highest PLSE. (ii) The field trials were conducted to evaluate the impact of year, sowing date, plant density and mineral nitrogen fertilization on above-ground biomass, harvest index, grain yield and quality of *Amaranthus cruentus* L. cv. 'G6'. Two sowing dates

¹ Mag., UM, Fakulteta za kmetijstvo, e-pošta: silva.grobelnik-mlakar@uni-mb.si

² Prof. dr., UL, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, e-pošta: tone.tajnsek@bf.uni-lj.si

³ Prof. dr., UM, Fakulteta za kmetijstvo, franci.bavec@uni-mb.si, vodja aplikativnega projekta L4-6349, v okviru katerega se financira del predstavljenih raziskav

(May and June), two plant densities (50 and 75 plants/m²), and three nitrogen level (defined according to mineral nitrogen amount at the time of sowing: Control; N1 = target value 140 kg N/ha and N2 = target value 200 kg N/ha) were tested. The above-ground biomass, grain yield (12% humidity) and harvest index were strongly responded to weather condition and ranged from 29819 to 48799 kg/ha, 1640 to 2687 kg/ha, 0,22 to 0,30 in 2001 and 2002, respectively. Averaged across years, amaranth yields and grain protein content increased linear to nitrogen fertilization. Two years results suggested that more appropriate is sowing date in May and stand density of 50 plants/m².

Key words: grain amaranths, emergence, sowing depth, soil water potential, temperature, photoperiod, sowing date, plant density, nitrogen, yield, crude protein

1 Uvod

V zadnjem obdobju pridelava nepravih žit (psevdožit), med katere poleg ajde in kvinoje (*Chenopodium quinoa* Willd) uvrščamo tudi zrnati ščir, vse bolj pridobiva na veljavi. V raziskavah so potrdili nekatere edinstvene lastnosti zrnja in mladih zelenih delov rastlin (Bressani, 1994; Teutonico in Knorr, 1985; Berghofer in Schoenlechner, 2002; Saunders in Becker, 1984), zaradi česar je zrnati ščir uvrščen v skupino t.i. novih, pozabljenih in premalo izkoriščanih poljščin (Bavec in Bavec, 2006). Za kalitev zrnatega ščira kot rastline toplega podnebja navajajo Webb in sod. (1987) minimalno temperaturo tal 13 °C. Hitro in optimalno kalijo rastline med 24 in 34 °C, dober vznik (85-95%) je bil dosežen v tleh ogretyh med 18,5 °C in 24 °C. Ker je seme zrnatega ščira drobno, z omejenimi zalogami hranil, naj globina setve ne bi presegala 13 mm. V sušnih območjih, za zagotavljanje potrebne količine vlage za kalitev, priporočajo Webb in sod. (1987) globljo in gostejšo setev. Setev, ne da bi z zemljo pokrili, ni primerna, saj sončna svetloba, predvsem pri nižjih temperaturah, inhibira kalitev (Guterman in sod., 1992; Aufhammer in sod., 1998). Precej neraziskana je vloga talne vlage in teksture tal na kalitev in vznik. Aufhammer in sod. (1994) poročajo, da pri 5% talni vlagi (merjeno gravimetrično), zrnati ščiri ne kalijo, visok delež vznika je zabeležen na ilovnato-glinenih tleh pri 12% vlagi, nadaljnje povečevanje talne vlage, pa negativno vpliva na vznik, vendar imajo vznikle rastlinice ščira večjo maso. Zaradi razmeroma dolge rastne dobe nekaterih genotipov in zagotavljanja ustrezne vlažnosti tal pri kalitvi in vzniku, sejemo zrnati ščir zgodaj spomladi. Po pregledani literaturi sejejo zrnati ščir v Evropi v prvi polovici do sredine meseca maja. Kot ustrezno gostoto posevka zrnatega ščira navajajo 10-47 rastlin/m² (Sanches in sod., 1997; Kauffman in Weber, 1990; Henderson in sod., 2000). Nižje gostote priporočajo predvsem v sušnih območjih in višje, zaradi manjšega premera stebela in razvejanosti rastlin, kjer pospravljajo pridelke z nekoliko prirejenim žitnim kombajnom. Ščiru ustrezajo s hranili dobro založena tla. Povezava med pridelkom in gnojenjem z dušikom je zaradi plastičnosti rastlinske vrste (velik vpliv genotipa, okolja in leta) še precej nejasna. Tako Elbehri in sod. (1993) poročajo, da odmerki do 90 kg/ha dodanega N, povečujejo pridelke, vendar prihaja z odmerki nad 55 kg/ha N do poleganja, ki pa je v veliki meri odvisno od lokacije in sorte. Po podatkih iz Južne Nemčije (Erley in sod., 2004) se je pri gnojenju s 120 kg/ha N, pridelek zrnja povečal za 40%, ne da bi se povečalo poleganje.

V literaturi je raziskovanj o vplivih nekaterih osnovnih in ključnih agronomskih dejavnikov v pridelavi zrnatega ščira relativno malo in, ker rezultati niso neposredno prenesljivi, smo v naših klimatskih razmerah preverjali vznik, rast in razvoj ter višino in kakovost pridelka zrnatega ščira. V prispevku podajamo nekaj pomembnih rezultatov lončnih in poljskih poskusov.

2 Material in metode dela

2.1 LONČNI POSKUS

Lončne poskuse smo izvedli v kontroliranih rastnih pogojih; v rastlinjaku (poskus I in II) in rastni komori (poskus III in IV). V poskuse smo vključili: italijanski - *A. mantegazzianus* Paserini, tropski - *A. hypocondriacus* L. 'G5', košati - *A. cruentus* L. 'G6' in repati ščir - *A. caudatus* L.. V poskusu I smo proučevali vpliv teksture tal (ilovnata, peščeno-ilovnata, peščena tla), globine setve (0, 5, 15, 30, 40 mm) in režime vlage (po zalivanju do poljske kapacitete tal za vodo smo v loncih vzdrževali sušo (vodni potencial med -60 in -70 kPa), normalno (-40 in -50 kPa) in visoko talno vlago (-10 in -20 kPa)) na vznik ter svežo in suho maso vzniklih rastlinic. Podobno smo v poskusu II, pri globini setve 5 mm, preverjali različne teksture tal in režime talne vlage (suša, normalna in visoka vlaga), ki pa so bili postavljeni in vzdrževani že pred setvijo. V poskusu III smo na peščeno-ilovnatih tleh, pri globini setve 5 mm in 12-urni osvetlitvi, preverjali vpliv temperature (od 11°C do 25°C po 2°C) in v poskusu IV vznik in maso rastlinic pri temperaturah 17°C in 25°C ter treh režimih osvetlitve (0, 12 in 24-urna osvetlitev). Vznik smo vrednotili kot odstotek vzniklih rastlin glede na posejana živa semena (PLSE - Percent of Live Seed Emergence). Podrobneje so material in metode dela opisane v članku Bavec in Grobelnik Mlakar (2002).

2.2 POLJSKI POSKUSI

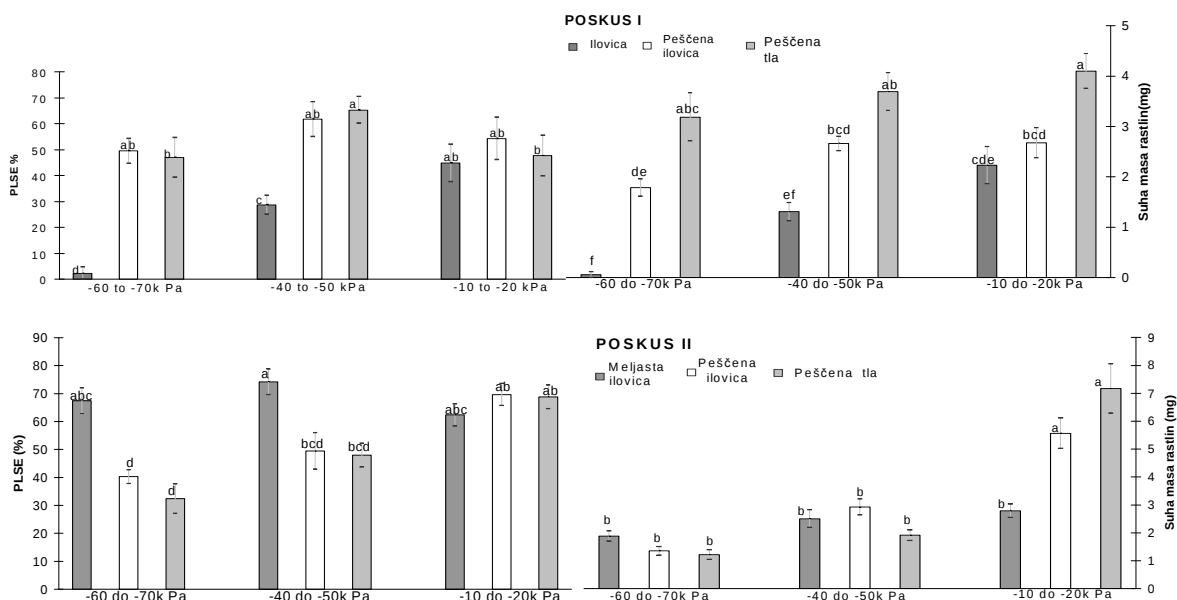
V poljskih poskusih, izvedenih v letih 2001 in 2002 na Univerzitetnem kmetijskem centru Pohorski dvor, smo na izbranem kultivarju košatega ščira *A. cruentus* 'G6' preverjali vpliv leta, roka setve, gostote posevka in gnojenja z dušikom na pridelek zrnja in nadzemne mase (zelinja in slame), žetveni indeks ter odstotek beljakovin v zrnju. Setev smo opravili ročno, na medvrstno razdaljo 70 cm, v dveh rokih setve: 10. maj in 10. junij oziroma začetek druge dekade v maju in juniju. Posevek smo v vegetativnih fazah razvoja redčili na ustrezno gostoto 50 in 75 rastlin/m². Z dušikom smo gnojili, glede na stanje mineralne oblike hranila v tleh ob setvi in postavljene ciljne vrednosti, v treh stopnjah: kontrola (K) = brez gnojenja z mineralnim dušikom, stopnja N1 = ciljna vrednost 140 kg N/ha, stopnja N2 = 200 kg N/ha. Gnojeni obravnavanji N1 in N2 sta bili z dušikom v obliki KAN-a, v stadiju razvoja 4 - 6 pravih listov dognojeni do ciljne vrednosti 140 kg N/ha, obravnavanje N2 pa še z manjkajočo količino do ciljne vrednosti 200 kg/ha, in sicer v stadiju oblikovanja socvetja - vidno socvetje. Koncentracijo dušika v požetem in na 12% vlage osušenem zrnju smo v kemijskem laboratoriju podjetja Žito Intes določili z metodo po Kjeldahlu in za izračun količine surovih beljakovin uporabili faktor 5,85 (Saunders in Becker, 1984). Navedeni poskusi so del magistrskega dela (Grobelnik Mlakar, 2006). Statistično smo rezultate analizirali s programom Statgraphics Plus.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 LONČNI POSKUS

Iz rezultatov lončnih poskusov lahko povzamemo, da ustrezajo ščiru tla lažjih teksturnih razredov (peščena in peščeno-ilovnata tla), predvsem v obravnavanjih, ko polni kapaciteti tal za vodo sledijo sušne razmere in se ilovnata tla zaskorjijo (poskus I). V povprečju (različna tla in različni genotipi) lahko za uspešen vznik in večjo maso rastlinic priporočamo setev na globino med 5 in 15 mm. Na sliki 1 je prikazana primerjava vplivov različnih vodnih režimov na vznik in maso vzniklih rastlinic ščira, sejanih na globino 5 mm. V razmerah suše v poskusu I (vlažnostni režimi postavljeni po zalivanju do poljske kapacitete za vodo), so se ilovnata tla zaskorjila, kasneje razpokala in posledično negativno vplivala na vznik in maso rastlinic. V poskusu II (vlažnostni režimi postavljeni na začetku izvajanja poskusa) do zaskorjenja težkih

tal v razmerah suše ni prišlo, zato je bil PLSE na meljasto-ilovnatih tleh v primerjavi s tlemi lažje teksture povprečju večji za 34% (razmere suše) in 46% (normalna talna vlaga). V razmerah prekomerne talne vlage tekstura tal ni vplivala na PLSE, vznikle rastlinice na lažjih tleh pa so imele večjo maso (slika 1). Na peščeno-ilovnatih tleh je bil vznik nad 80% dosežen pri temperaturah nad 21 °C. Predvsem je na nižje temperature ob vzniku občutljiv *A. cruentus* cv. 'G6'. Tako lahko v naših rastnih razmerah slabši vznik zaradi nižjih temperatur v času setve, »popravimo« z gostejšo setvijo. V primerjavi s temo in 24-urno osvetlitvijo, je primernejša 12-urna osvetlitev (rezultati niso prikazani).



Slika 1: Vpliv teksture tal in vodnega režima na PLSE [%] in maso suhih rastlinic [mg] pri setvi na globino 5 mm (poskus I in II). Srednje vrednosti (povprečja genotipov), označene z istimi črkami, se med sabo ne razlikujejo.

3.2 POLJSKI POSKUSI

V preglednici 1 je prikazan vpliv roka setve, gostote posevka in gnojenja z dušikom na pridelke zelinja, svežega in osušenega zrnja [kg/ha], žetveni indeks ter količino beljakovin [%] v zrnju košatega ščira *A. cruentus* cv. 'G6'. Na vse proučevane parametre je statistično značilno vplivalo leto pridelave. Povprečni pridelki zelinja so bili v letu 2002 kar za 64% višji v primerjavi z letom 2001, višji (za 36%) v letu 2002 je bil tudi žetveni indeks. Podobna nihanja rezultatov med letoma pridelave smo zasledili tudi v pregledani literaturi, kar avtorji med drugim pripisujejo veliki ekološki plastičnosti rastlin in dejstvu, da je ščir žlahtnjiteljsko razmeroma mlada poljščina (»semi-domesticated crop«). V raziskavi uporabljen kultivar košatega ščira 'G6' ima dovolj kratko rastno dobo, da v naših klimatskih razmerah zrnje dozori v obeh rokih setve pred nastopom prvega mraza. Kljub vsemu so imeli posevki, sejani v majskem roku setve, značilno višje pridelke svežega (25% ali 824 kg/ha) in suhega zrnja (36% ali 661 kg/ha) ter za 7% višje žetvene indekse (pregl. 1). V povprečju obeh let smo v gnojenih obravnavanjih zabeležili značilno višje pridelke zrnja in zelinja, ki so se glede na postavljeno ciljno vrednost linearno povečevali. Dobljeni rezultati so v skladu z rezultati podobne raziskave iz južne Nemčije. Na osnovi teh Erley in sod. (2004) poročajo o 40% višjem pridelku zrnja v obravnavanjih, pognojenih s 120 kg N/ha, v primerjavi s kontrolo,

medtem ko med pridelki kontrolnih in obravnavanj, gnojenih z 80 kg/ha N, ni bilo razlik. V povprečju so bili dobljeni pridelki (svežega) zrnja nižji od naših in so bili glede na leto pridelave med 2.212 in 2.628 kg/ha. V primerjavi z našimi rezultati so nižji tudi žetveni indeksi, ki so bili glede na leto pridelave med 0,18 in 0,27 ter glede na sorto med 0,19 in 0,26. Na osnovi pregledane literature lahko povzamemo, da je raziskav o vplivu dodanega dušika na vsebnost beljakovin v semenu zrnatega ščira malo, rezultati so pogosto nejasni in v veliki meri odvisni od vrste in genotipa (Bressani in sod., 1987; Erley in sod., 2004). V našem primeru je na količino beljakovin v suhi snovi zrnja značilno vplivalo leto pridelave, rok setve in oskrba posevka z dušikom (pregl. 1).

Preglednica 1: Vpliv leta, roka setve, gostote posevka in gnojenja z dušikom na pridelek svežega in suhega zrnja (12% vlage), pridelek zelinja [kg/ha], žetveni indeks in količino beljakovin v zrnju ($\pm$ standardni odklon)

Obravnavanja	Pridelek svežega zrnja [kg/ha]	Pridelek zrnja z 12% vlago [kg/ha]	Pridelek zelinja [kg/ha]	Žetveni indeks	Beljakovine v zrnju [g/100 g SS]
Leto (L)	**	**	**	**	**
Rok setve (R)	**	**	ns	**	**
Gostota (G)	ns	ns	ns	ns	ns
Dušik (N)	**	**	**	ns	**
Značilne interakcije	LxR**	LxR**, LxN*, LxRxN*			LxR*, RxG*, LxGxN**
Srednje vrednosti dejavnikov [kg/ha, %] ^a					
Leto					
2001	2777 $\pm$ 747 ^b	1640 $\pm$ 471 ^b	29819 $\pm$ 9009 ^b	0,22 $\pm$ 0,04 ^b	15,2 $\pm$ 0,7 ^b
2002	4738 $\pm$ 1527 ^a	2687 $\pm$ 777 ^a	48799 $\pm$ 10491 ^a	0,30 $\pm$ 0,06 ^a	15,7 $\pm$ 0,8 ^a
Rok setve					
maj	4169 $\pm$ 1814 ^a	2494 $\pm$ 921 ^a	39077 $\pm$ 14433	0,29 $\pm$ 0,06 ^a	14,9 $\pm$ 0,5 ^b
junij	3345 $\pm$ 1102 ^b	1833 $\pm$ 560 ^b	39521 $\pm$ 12914	0,22 $\pm$ 0,05 ^b	16,01 $\pm$ 0,6 ^a
Zač. gost.					
50 rast./m ²	3690 $\pm$ 1520	2131 $\pm$ 792	38549 $\pm$ 13264	0,26 $\pm$ 0,06	15,4 $\pm$ 0,8
75 rast./m ²	3824 $\pm$ 1592	2196 $\pm$ 868	40069 $\pm$ 14073	0,26 $\pm$ 0,07	15,5 $\pm$ 0,8
Dušik					
K	2987 $\pm$ 1158 ^c	1742 $\pm$ 699 ^c	32042 $\pm$ 10799 ^c	0,27 $\pm$ 0,06	15,2 $\pm$ 0,7 ^c
N1	3837 $\pm$ 1620 ^b	2251 $\pm$ 843 ^b	40083 $\pm$ 13419 ^b	0,25 $\pm$ 0,06	15,4 $\pm$ 0,8 ^b
N2	4447 $\pm$ 1511 ^a	2497 $\pm$ 770 ^a	45802 $\pm$ 1317 ^a	0,25 $\pm$ 0,07	15,8 $\pm$ 0,8 ^a

*, **, ns –značilen vpliv pri $\alpha = 0,05$ in $\alpha = 0,01$ ter statistično neznačilen vpliv dejavnika

^a srednje vrednosti v okviru posameznih proučevanih dejavnikov označene z različnimi črkami se med seboj statistično značilno razlikujejo (Duncan, $\alpha = 0,05$)

4 Sklepi

Glede na rezultate izvedenih poskusov lahko povzamemo, da je uspešnost pridelave zrnatega ščira pri nas v veliki meri odvisna od vremenskih razmer. Svetujemo izbiro lažjih teksturnih tal, v primeru izbranega genotipa košatega ščira *A. cruentus* 'G6' majsko setev do globine 15 mm, gostoto posevka 50 rastlin/m² in gnojenje z dušikom do ciljne vrednosti 140 kg/ha.

5 Literatura

Aufhammer, W., Kaul, H. P., Kruse, M., Lee, J. H., Schwesig, D. 1994. Effects of sowing depth and soil conditions on emergence of amaranth and quinoa. *European Journal of Agronomy*, 3, 3: 205-210

- Aufhammer, W., Czuczova, D., Kaul, H.-P., Kruse, M. 1998. Germination of grain amaranth (*Amaranthus hypochondriacus x hybridus*): effect of seed quality, temperature, light, and pesticides. *European Journal of Agronomy*, 8, 1-2: 127-135
- Bavec, F., Bavec, M. 2006. Organic production and use of alternative crops. Taylor&Francis CRC Press. Boca Raton, London, New York, 241 s.
- Bavec, F., Grobelnik Mlakar, S. 2002. Effects of soil and climatic conditions on emergence of grain amaranths. *European Journal of Agronomy*, 17, 2: 93-103
- Berghofer, E., Schoenlechner, R. 2002. Grain Amaranth. V: Pseudocereals and Less Common Cereals, Grain Properties and Utilization Potential. Belton P., Taylor J. (ur.). Springer-Verlag: 219-260
- Bressani, R., Gonzalelez, J. M., Elias, L. G., Melgar, M. 1987. Effect of fertilizer application on the yield, protein and fat content, and protein quality of row and cooked grain of three amaranth species. *Plant Foods for Human Nutrition*, 37: 59-67
- Bressani, R. 1994 Composition and nutritional of amaranth. V: Amaranth - Biology, Chemistry, and Technology. Peredes-López O. (ur.). London, CRC Press: 185-206
- Elbehri, A., Putnam, D. H., Schmitt M. 1993. Nitrogen Fertilizer and Cultivar Effects on yield and Nitrogen-Use Efficiency of Grain Amaranth. *Agron. Journal*, 85: 120-128
- Erley, G. S., Kaul, H. P., Kruse, M., Aufhammer, W. 2004. Yield and nitrogen utilization efficiency of the pseudocereals amaranth, quinoa and buckwheat under different nitrogen fertilization. *European Agronomy Journal*, 22, 1: 95-100
- Grobelnik Mlakar, S. 2006. Vpliv roka setve, gostote posevka in gnojenja z mineralnim dušikom na pridelek in kakovost zrnja košatega ščira (*Amaranthus cruentus* L.) cv. 'G6'. Magistrsko delo. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Odd. za agronomijo: 88 s.
- Guterman, Y., Corbineau, F., Côme, D. 1992. Interrelated effects of temperature, light and oxygen on *Amaranthus caudatus* L. seed germination. *Weed Research*, 32: 111-117
- Henderson, T. L., Johnson, B. L., Schreiner, A. A. 2000. Row Spacing, Plant Population, and Cultivar Effects on Grain Amaranth in the Northern Great Plains. *Agronomy Journal*, 92: 329-336
- Kaufman, C. S., Weber, L. 1990. Grain Amaranth. V: Advances in new crops. Janick J., Simon J. E. (ur.). Timber Press, Portland, OR: 127-139
- Sanches, A. M., Diaz, M. B., Izquierdo, J. 1997. El cultivo del Amaranto (*Amaranthus* spp.): produccion, mejoramiento genetico y utilizacion. Oficial Regional de Produccion Vegetal, FAO.
- Saunders, R. M., Becker, R. 1984. Amaranthus: A Potential Food and Feed Resource. V: Advances in Cereal Science and Technology, vol. VI. American Association of Cereal Chemists, INC. Minnesota: 357-397
- Teutonico, R. A., Knorr D. 1985. Amaranth: Composition, Properties, and Applications of a Rediscovered Food crop. *Food Technology*, 30: 49-60
- Webb, D. M., Smith, D. W., Shulz-Schaeffer, J. 1987. Amaranth Seedling emergence as Affected by Seeding Depth and Temperature on a Thermogradient Plate. *Agronomy Journal*, 79: 23-26

Floristične spremembe v travni ruši Ljubljanskega barja v odvisnosti od časa košnje in intenzivnosti gnojenja

Matej VIDRIH¹, Kristina KARNIČAR², Gregor GRK³, Jure ČOP⁴

Izvleček

Na Ljubljanskem barju je bila v letu 2004 izvedena raziskava o vplivu režima košnje in gnojenja na floristične karakteristike travne ruše. Travniška poskusa v obliki deljenk s štirimi ponovitvami sta bila zasnovana na zvezah *Arrhenatherion* (poskus T1) in *Molinion* (poskus 2) v letu 1999. Glavne parcele so predstavljale štiri režime pogostnosti košnje (2-kosna raba z zapoznelo in običajno 1. košnjo, 3-kosna in 4-kosna raba), podparcele pa stopnjo gnojenja (negnojeno, PK in NPK gnojeno z dvema različnima odmerkoma N). Po petih letih sta košnja in predvsem gnojenje zelo spremenili izgled ruše in vplivala na floristične karakteristike travne ruše. V travni ruši zveze *Arrhenatherion* je gnojenje ne glede na košnjo značilno vplivalo na delež trav in zeli v travni ruši, košnja je imela manjši vpliv. Oba preučevana dejavnika sta skupaj vplivala na delež metuljnic, Shannonovo mero pestrosti, izenačenost travne ruše in na število vrst v preučevani travni ruši. V primerjavi z negnojeno rušo se je pri gnojenju povečeval delež trav na račun metuljnic in zeli. PK gnojenje je tudi povečalo delež metuljnic, s povečano pogostnostjo rabe pa jim je konkurenčnost padala. Tudi v travni ruši zveze *Molinion* je imelo gnojenje večji vpliv kot režimi košnje, saj je prvi ukrep značilno vplival na število vrst, mero pestrosti in deleže funkcionalnih skupin. Košnja je medtem značilno vplivala le na mero pestrosti.

Ključne besede: Ljubljansko barje, travinje, košnja, gnojenje, število vrst, mera pestrosti

Floristic changes in sward of Ljubljana marsh grassland in relation to cutting and fertilising management

Abstract

A research in Ljubljana marsh was conducted in 2004 with the aim to determine how the regime of cutting and fertiliser application over several years influences on the floristical characteristics of sward. Field trials in split-plot design with four replications were set up in the *Arrhenatherion* (trial T1) and the *Molinion* (trial T2) alliances in 1999. The main plots represented the frequency of 4 cutting regimes (2 cuts with normal and retarded first one, 3 and 4 cuts per year) and sub-plots represented the fertiliser regime (zero fertiliser, PK and NPK fertiliser with two different amounts of N). After five years, the cutting, and especially fertiliser application, significantly altered the appearance of sward and influenced its floristical characteristics. In grass sward of *Arrhenatherion* alliance fertilising, in comparison with cutting, characteristically had influence on the proportion of grasses and herbs in sward, while cutting had lesser influence. Both researched factors together influenced the proportion of legumes, Shannon diversity index, evenness of sward, and the number of species in the studied sward. In comparison with non-fertilised sward, in the fertilised one the proportion of grasses increased at the expense of legumes and herbs. PK fertilising also increased the proportion of legumes, while the increased frequency of cutting decreased their proportion. Fertiliser application on sward in *Molinion* alliance also had significantly bigger influence than cutting regimes with changes in species richness, diversity index and functional groups. Cutting only had effect on diversity index.

Key words: Ljubljana marsh, grassland, cutting, fertilising, species richness, diversity index

¹ Mag., Biotehniška fakulteta, p.p. 2995, 1001 Ljubljana, e-pošta: matej.vidrih@bf.uni-lj.si

² Univ. dipl. inž. agr., Sp. Jezersko 11, 4206 Zgornje Jezersko

³ Univ. dipl. inž. agr., Gubčeva 28, 6250 Ilirska Bistrica

⁴ Dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 2995, 1001 Ljubljana

1 Uvod

Vrednotenje travne ruše ne samo skozi pridelek in kakovost zelinja temveč tudi skozi druge in novodobne kazalnike je pojav, ki je prisoten ne samo v Sloveniji ampak tudi v Evropi v zadnjih 15 letih (Isselstein in sod., 2005). Spremenjenega in s tem bolj okoljevarstvenega vrednotenja so deležna predvsem travnata zemljišča, kjer prevladuje trajna, vrstno zelo bogata ruša (Janssens in sod., 1998). Raba travinja je dejavnik, ki skupaj z gnojenjem odločilno vpliva na pridelek in botanično sestavo travne ruše; to v razmerah intenzivnega pridelovanja tudi močnejše zaznamuje kot talno–podnebni dejavniki, medtem ko imajo ti vodilno mesto pri vplivu na botanično sestavo v razmerah ekstenzivnega pridelovanja (Nösberger in sod. 1994). Gnojenje najhitreje in najučinkoviteje spremeni botanično sestavo travne ruše in vpliva na pridelek in kakovost krme (Čop in sod., 2004). Količina uporabljenih gnojil je najbolj odvisna od pogostnosti in načina rabe. Prekrbljenost tal s hranili je pomemben dejavnik pri uveljavljanju rastlin v ruši. Če so tla dobro založena s hranili, predvsem z dušikom, potem v ruši prevladujejo visoke vrste trav in širokolistne zeli. Ko začne dušika v tleh primanjkovati, se uspešneje razširijo metuljnice. Le-te s pomočjo bakterij na koreninah vežejo atmosferski dušik v tleh. Sčasoma vežejo toliko dušika, da trave ponovno prevladajo v ruši. Z gnojenjem in pogostnostjo rabe vplivamo na botanično sestavo travne ruše. Wyssova (2002) piše, da pogosta košnja močno zmanjša delež trav, gnojenje pa ga poveča. Tako je pri gnojenju s $150 \text{ kg ha}^{-1} \text{ leto}^{-1}$ N zabeležila manjši delež trav in večji delež metuljnic v primerjavi z bolj intenzivnim gnojenjem (300 kg ha^{-1} dušika letno). Pri 2- in 3-kosni rabi je dosegla večji delež trav kot pri 5-kosni rabi. Največji delež trav je bil v tretjem letu poskusa (90%). Deleži zeli so bili največji ob zadnjih košnjah tako pri 5-kosni kot 3-kosni rabi. Ker so raziskave botanične sestave travne ruše za potrebe kmetijske rabe na barjih razmeroma redke in ker so ta rastišča ekološko zelo specifična, smo se odločili, da preučimo vpliv košnje in gnojenja na floristično sestavo travne ruše iz zveze *Arrhenatherion* (gojeni travniki z visoko pahovko) in *Molinion* (mokrotni travniki z modro stožko). Podrobno je obdelana: prisotnost funkcionalnih skupin, prisotnost rastlinskih vrst ter meri pestrost in izenačenosti travne ruše v šestem letu preizkušanja.

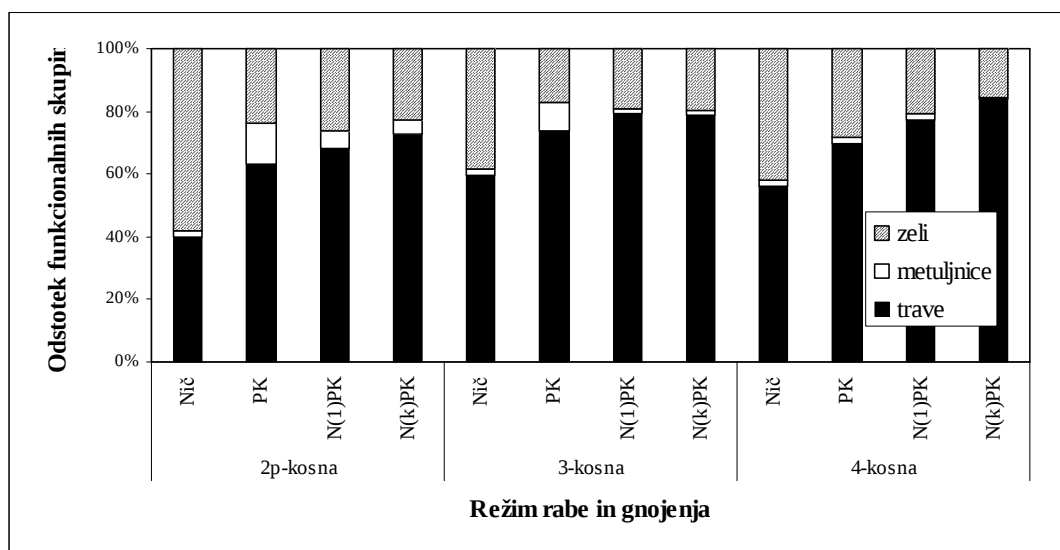
2 Material in metode dela

Raziskavo o vplivu košnje in gnojenja na botanične karakteristike travne ruše smo izvedli na travniku zveze *Arrhenatherion* (poskus T1) in zveze *Molinion* (poskus T2) na Barju in je potekala v šestem letu trajanja poskusa (Čop in sod., 2000). Poljska poskusa, kjer je omenjena raziskava potekala, sta bila zasnovan v obliki deljenk (split-plot) s štirimi ponovitvami leta 1999. Velikost osnovne parcelice je bila $2,5 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ na poskusu T1 in $2 \text{ m} \times 4 \text{ m}$ na poskusu T2. Skupno število parcelic je bilo 48 ($3 \times 4 \times 4$). Glavne parcelice so predstavljale 3 načine rabe, in sicer je na poskusu T1 ta bila zapoznena 2-kosna, 3-kosna in 4-kosna raba, ter na poskusu T2 je bila zapoznena 2-kosna, 2-kosna in 3-kosna raba. Podparcelice so predstavljale štiri načine gnojenja: brez gnojenja (kontrola), PK ($80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 + 160 \text{ kg K}_2\text{O}$ na leto), N_1PK (50 kg N za 1. košnjo + $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 + 160 \text{ kg K}_2\text{O}$ na leto) in N_kPK (50 kg N za vsako košnjo + $80 \text{ kg P}_2\text{O}_5 + 160 \text{ kg K}_2\text{O}$ na leto). Na poskusu T1 so mineralno-organska, globoka, občasno prevlažna tla na ilovicah in glinah. Spomladi 2002 so bila tla v zgornji 6 cm plasti nevtralna ($\text{pH}/\text{CaCl}_2 = 7,2$), zelo slabo založena s fosforjem ($\text{P}_2\text{O}_5/\text{AL} = 2,1$ do $4,8 \text{ mg}/100 \text{ g}$ suhih tal) in slabo s kalijem ($\text{K}_2\text{O}/\text{AL} = 9,3$ do $10,8 \text{ mg}/100 \text{ g}$ suhih tal). Tla na lokaciji poskusa T2 so šotna, srednje globoka in zelo propustna. Analize, narejene spomladi 2002, so pokazale, da so bila tla v zgornji 6 cm plasti srednje kislila (pH/CaCl_2 4,9 do 5,2), slabo založena s fosforjem in srednje do zelo dobro s kalijem ($\text{P}_2\text{O}_5/\text{AL} = 4,4$ do $12,6 \text{ mg}$, $\text{K}_2\text{O}/\text{AL} = 12,8$ do $35,5 \text{ mg}/100 \text{ g}$ suhih tal) (Čop in sod., 2004). Vpliv obeh preučevanih dejavnikov na travno rušo in njene

floristične karakteristike obeh poskusov je bil spremljan samo ob prvi košnji vseh treh različnih rab. Datumi 1. košnje od najbolj do najmanj pogoste rabe na poskusu T1 so bili: 14. maj, 26. maj in 23. junij in na poskusu T2 so ti datumi bili: 26. maj, 8. junij in 23. junij. Za lažjo določitev rastlinskih vrst in uvrstitev v funkcionalne skupine so bila vzorčenja ruše opravljena še nekoliko pred omenjenimi datumi košnje celotnih parcelic. Na podlagi odvzetih vzorcev s površine 0,4 m² smo v laboratoriju določili masne deleže funkcionalnih skupin (trav, metuljnic in zeli) in število rastlinskih vrst ter njihove masne deleže. Iz pridobljenih podatkov smo izračunali Shannonovo mero pestrosti in mero izenačenosti travne ruše (Magurran, 2004). Zatem smo podatke obdelali z analizo variance za poskuse v zasnovi deljenk. Statistično značilne razlike med obravnavanji na ravni povprečij za režim rabe in gnojenja smo izračunali s testom mnogoterih primerjav (Duncanov test, $p \leq 0,05$).

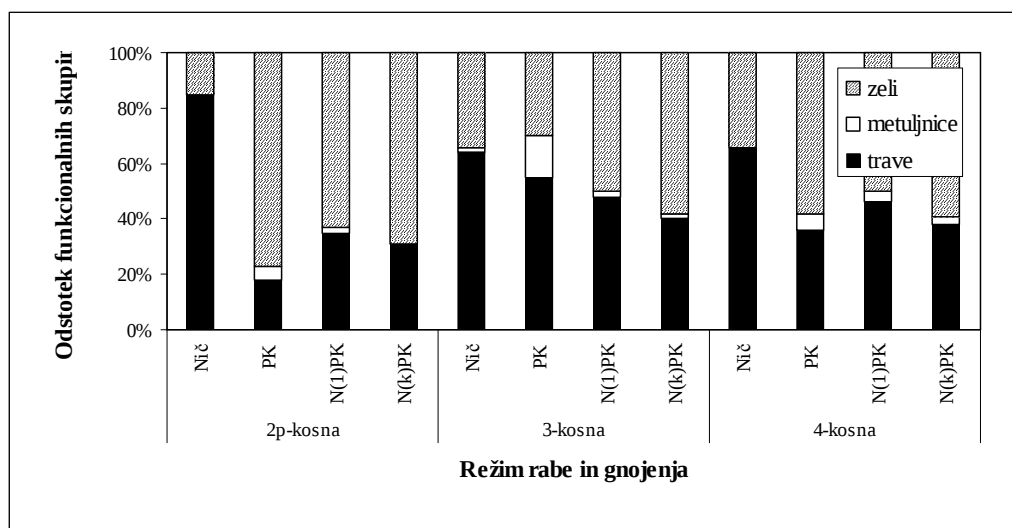
3 Rezultati z diskusijo

Pridobljeni podatki v šestem letu poskusništva, ki veljajo za zlato sredino na področju travništva, so lahko zanesljiv kazalec sprememb v ruši, ki nastopijo zaradi ponavljajočega vpliva košnje in gnojenja. Floristična sestava travne ruše se pod vplivom dejavnikov košnje in gnojenja spreminja več let, da doseže neko novo stabilno stanje. Na poskusu T1 je bil največji delež trav (84 %) dosežen pri 4-kosni rabi in N_kPK gnojenju, najmanjši delež (40 %) pa pri zapozneli 2-kosni rabi na negnojeno ruši (slika 1). Na prisotnost trav v preučevani travni ruši je značilno vplivalo gnojenje, raba pa ne. Delež trav je bil pri 3-kosni rabi nekoliko večji kot pri 4-kosni rabi, razen v primeru, ko je bila ruša gnojena z N_kPK, takrat se je delež trav pri 4-kosni rabi povečal za 5% v primerjavi s 3-kosno rabo. Ne glede na košnjo so se značilne razlike pojavile med negnojeno in gnojeno rušo. Barjanska travna ruša vsebuje zelo malo metuljnic. Največ metuljnic (13,3 %) je bilo pri zapozneli 2-kosni rabi v kombinaciji s PK gnojenjem, najmanj (0,4 %) pa pri 4-kosni rabi in N_kPK gnojenju. Na prisotnost metuljnic je značilno vplivala tako pogostnost rabe kot gnojenje.

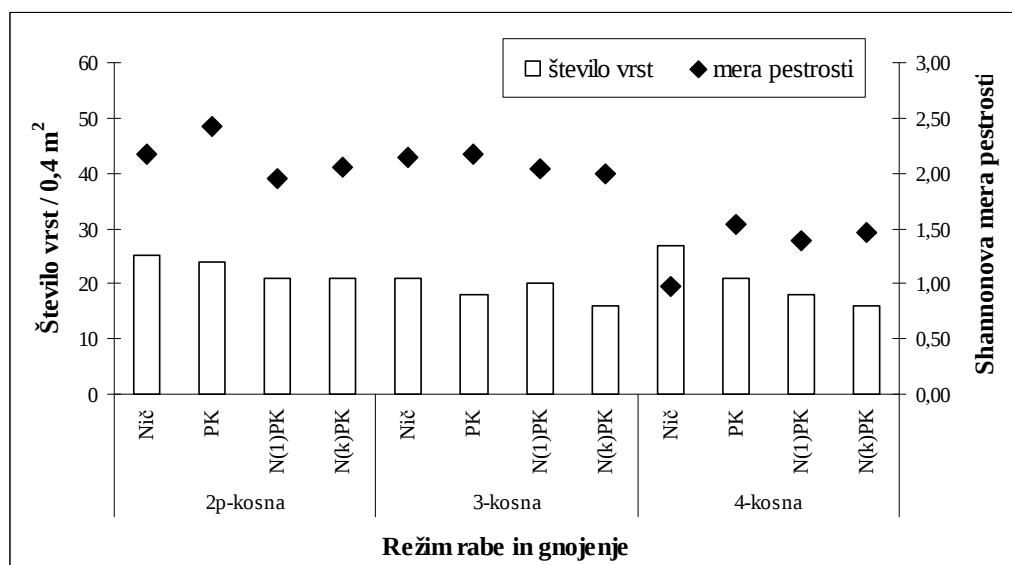


Slika 1: Odstotek funkcionalnih skupin v zelinju barjanske travne ruše zveze *Arrhenatherion* ob 1. košnji v odvisnosti od pogostnosti košnje in intenzivnosti gnojenja (6. leto preizkušanja) (Ljubljansko barje 2004)

Na prisotnost travniških funkcionalnih skupin v preučevani travni ruši poskusa T2 (slika 2) je značilno vplivalo samo gnojenje. V primerjavi z negnojeno rušo se je delež trav pri vseh kombinacijah režima rabe in gnojenja značilno zmanjšal v korist zeli. Izjema pri tem je le kombinacija 2-kosne rabe in PK gnojenja, kjer je bil delež zeli približno enak negnojenim variantam. PK gnojenje je povečalo delež metuljnic v primerjavi z vsemi drugimi postopki gnojenja. Glede na negnojeno travno rušo se je povečal tudi delež metuljnic v travni ruši, gnojeni z N_1PK .

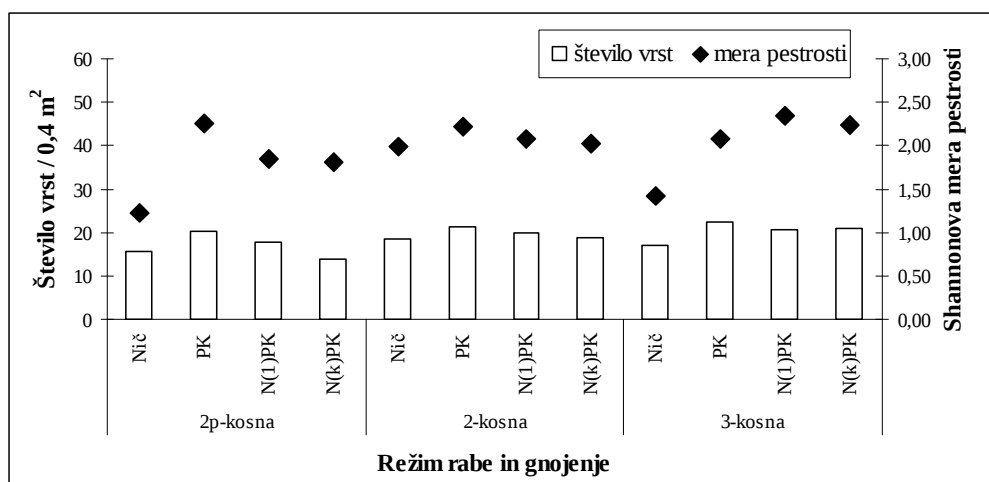


Slika 2: Odstotek funkcionalnih skupin v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od pogostosti košnje in intenzivnosti gnojenja (6. leto preizkušanja) (Ljubljansko barje 2004)



Slika 3: Povprečno število vrst in Shannonova mera pestrosti v zelinju barjanske travne ruše zveze *Arrhenatherion* ob 1. košnji v odvisnosti od pogostosti košnje in intenzivnosti gnojenja (6. leto preizkušanja) (Ljubljansko barje 2004)

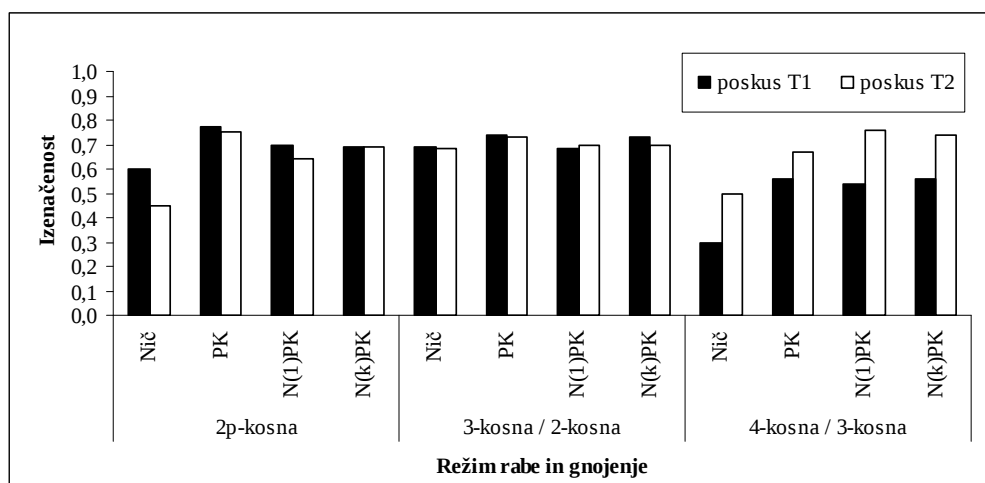
Na sliki 3 so po obravnavanjih prikazane vrednosti za Shannonovo mero pestrosti. Te vrednosti so se na poskusu T1 gibale med 0,97 in 2,43. Najvišjo vrednost smo določili pri zapozneli 2-kosni rabi v kombinaciji s PK gnojenjem, najmanjšo pa na negnojeni ruši pri 4-kosni rabi. Pogostnost košnje je ne glede na gnojenje značilno vplivala na pestrost travne ruše (preglednica 1). Značilne razlike so se pojavile med zapoznelo 2-kosno in 4-kosno rabo ter med 3-kosno in 4-kosno rabo. Pri 4-kosni rabi je bila pestrost večja pri gnojeni ruši kot pri negnojeni travni ruši. Z naraščanjem pogostnosti košnje se je pestrost zmanjševala v vseh primerih, razen pri 3-kosni rabi v kombinaciji z N_1PK gnojenjem, ko je bila nekoliko večja kot pri zapozneli 2-kosni rabi pri enakem gnojenju. Največje število vrst (27) smo določili na negnojeni ruši pri 4-kosni rabi, najmanjše število vrst (16) pa je pri 4-kosni rabi na N_kPK gnojeni ruši (slika 3). Negativni vpliv rabe na število vrst je bil ne glede na gnojenje potrjen samo pri 3-kosni rabi v primerjavi z zapoznelo 2-kosno rabo. Gnojenje je vplivalo negativno na število vrst v travni ruši. V povprečju se je po številu vrst najbolj obnesla negnojena, najslabše pa N_kPK gnojena ruša. Na negnojenih postopkih je bilo pri zapozneli 2-kosni rabi največ močvirske preslice, rdeče bilnice in navadne lakote; pri 3- in 4-kosni rabi so prevladovala rdeča bilnica, ozkolistni trpotec in puhasta ovsika. Gnojenje z N_kPK je pri zapozneli 2-kosni rabi pospešilo rast visoke pahovke, rdeče bilnice in tudi močvirske preslice; pri 3- in 4-kosni rabi je bilo največ navadne pasje trave, visoke pahovke in travniške bilnice.



Slika 4: Povprečno število vrst in Shannonova mera pestrosti v zelinju barjanske travne ruše zveze *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od pogostnosti košnje in intenzivnosti gnojenja (6. leto preizkušanja) (Ljubljansko barje 2004)

Na rastlinsko pestrost v travni ruši poskusa T2 (slika 4) sta značilno vplivala tako režim rabe kot tudi gnojenje (preglednica 1). V primerjavi z negnojeno rušo se je pestrost pri vseh kombinacijah režima rabe in gnojenja značilno povečala. Izjema pri tem je le kombinacija 2-kosne rabe in N_kPK gnojenja, kjer je bila pestrost približno enaka negnojeni varianti. Na prisotnost števila vrst v preučevani travni ruši je značilno vplivalo samo gnojenje. V primerjavi z negnojeno travno rušo se je povprečno število vrst pri vseh kombinacijah gnojenja (razen med negnojeno in N_kPK gnojeno travno rušo, kjer ni statistično značilnih razlik) značilno povečalo. Na negnojenih postopkih je prevladovala modra stožka, ovčja bilnica in navadni čistec (zapoznela 2-kosna raba). Z dodajanjem hranil (postopek N_kPK) pa so začele prevladovati zeli (brestovolistni oslad, navadna lakota, navadna kislica).

Na mero izenačenosti ruše na poskusu T1 (slika 4) sta imela pogostnost košnje in gnojenje zelo podoben vpliv. Največja izenačenost (0,77) je bila dosežena pri zapozneli 2-kosni rabi v kombinaciji s PK gnojenjem, najmanjša (0,30) pa na negnojeno ruši pri 4-kosni rabi. Ne glede na gnojenje so pri izenačenosti obstajale značilne razlike med zapoznelo 2-kosno in 4-kosno rabo ter med 3-kosno in 4-kosno rabo. Pri gnojenju so ne glede na košnjo obstajale značilne razlike med negnojeno in gnojeno rušo. V travni ruši poskusa T2 se je v primerjavi z negnojeno rušo mera izenačenosti pri vseh kombinacijah režima rabe (razen med zapoznelo 2-kosno in 3-kosno rabo, kjer ni statistično značilnih razlik) in gnojenja značilno povečala.



Slika 5: Mera izenačenosti barjanske travne ruše zveze *Arrhenatherion* in *Molinion* ob 1. košnji v odvisnosti od pogostnosti košnje in intenzivnosti gnojenja (6. leto preizkušanja) (Ljubljansko barje 2004)

Preglednica 1: Stopnja tveganja za sprejetje alternativne domneve (H_1) pri preučevanju vplivov pogostnosti kosne rabe in gnojenja na število vrst, Shannonovo mero pestrosti in izenačenosti ob 1. košnji v zelinju travne ruše *Arrhenatherion* in *Molinion* (Ljubljansko barje 2004)

	Število vrst	Poskus T1		Število vrst	Poskus T2	
		Shannonova mera pestrosti	Shannonova mera izenačenosti		Shannonova mera pestrosti	Shannonova mera izenačenosti
Pogostnost košnje (K)	0,013	<0,001	<0,001	0,111	0,007	0,008
Gnojenje (G)	<0,001	0,037	0,006	0,003	<0,001	<0,001
K x G	0,025	0,084	0,021	0,466	0,001	0,001

4 Sklepi

Na deleže funkcionalnih skupin je bil vpliv gnojenja močnejši od vpliva košnje in to na obeh poskusih. Na zvezi *Arrhenatherion* se je, v primerjavi z negnojeno rušo, pri gnojeni povečeval delež trav na račun metuljnic in zeli. Manj je k tem razlikam prispevala tudi povečana pogostnost košnje. Metuljnic je bilo v barjanski travni ruši zelo malo, njihov delež se je povečal samo pri PK gnojenju, kjer so v povprečju dosegle 8% od skupne mase zelinja.

Pogostnost košnje je imela na zeli manjši vpliv kot gnojenje. Z intenzivnejšim gnojenjem se je njihov delež v travni ruši zmanjševal. Na rastlinsko pestrost je pogostnost košnje imela večji vpliv kot gnojenje, na izenačenost travne ruše pa sta oba preučevana dejavnika vplivala značilno. Povečana pogostnost košnje je zmanjšala pestrost travne ruše, gnojenje (predvsem s PK) pa jo je v primerjavi s kontrolo pri vseh košnjah celo povečalo. Število vrst v travni ruši se s povečano intenzivnostjo pridelave travne krme ni zmanjšalo. S florističnim popisom smo pri 3- oz. 4-kosni rabi v kombinaciji z N_1PK in N_kPK gnojenjem določili več vrst kot pri zapoznili 2-kosni rabi z enakim gnojenjem.

5 Literatura

- Čop J., Seliškar A., Vidrih M., Sinkovič T., Hacin J. 2000. Alternative v pridelovanju krme na šotnih/mineralnih travniških tleh na Ljubljanskem barju. V: Zbornik referatov, Novi izzivi v poljedelstvu 2000, Moravske toplice, 14. in 15. 12. 2000: 220-226
- Čop J., Sinkovič T., Vidrih M., Hacin J. 2004. Vpliv košnje in gnojenja na botanično sestavo dveh različnih travnikov na Ljubljanskem barju. *Acta agriculturae Slovenica*, 83, 1: 157–169
- Isselstein J., Jeangros B., Pavlu V. 2005. Agronomic aspects of biodiversity targeted management of temperate grasslands in Europe - A review. *Agronomy Research*, 3, 2: 139-151
- Janssens F., Peeters A., Tallowin J. R. B., Bakker J.P., Bekker R.M., Fillat F., Oomes M.J.M. 1998. Relationship between soil chemical factors and grassland diversity. *Plant and Soil*, 202: 69–78
- Magurran A. E. 2004. Measuring biological diversity. Oxford, Blackwell Publishing Company: 256 s.
- 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: 255-265
- Wyss U. 2002. Bewirtschaftung beeinflusst Nährwert von Gras. *Agrarforschung*, 9, 7: 286–291

Dinamika rasti pora (*Allium porrum* L.) v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Lutvija KARIĆ¹, Smiljka VUKAŠINOVIĆ², Dragan ŽNIDARČIČ³

Izvleček

V letu 2003 je bila na poskusnem polju Butmir pri Sarajevu izvedena raziskava, v okviru katere smo ugotavljali vpliv gnojenja z dušikom na rast pora (cv. Karentan). V poskus so bila vključena štiri obravnavanja gnojenja z dušikom: kontrola, NPK, NPK+50 kg N/ha in NPK+200 kg N/ha. Z analizo rastlin med vegetacijo (presajanje, 32, 62, 92 dni po presajanju in po pobiranju) smo proučevali morfološke lastnosti in vsebnost suhe snovi v poru. Dušik je pozitivno vplival na število in težo listov ter na težo in premer lažnega stebila v vseh obdobjih opazovanja, razen v prvem (32 dni po presajanju). Najintenzivnejši vpliv dušika na večino lastnosti (število in teža listov, dolžino in težo lažnega stebila, vsebnost suhe snovi v listih) pa je bil ugotovljen 62 dni po presajanju. Najvišja vsebnost suhe snovi po spravilu je bila v lažnem stebelu negnojene obravnavanja.

Ključne besede: por, *Allium porrum*, dušik, dinamika rasti, list, lažno steblo, suha snov

Dynamics of leek (*Allium porrum* L.) growth in dependence of nitrogen fertilization

Abstract

In the year 2003 impact of nitrogen on dynamics to grow leek (cv. Karentan) on experimental field in Butmir near Sarajevo was investigated. Field trial comprised four nitrogen levels: control, NPK, NPK+50 kg N/ha and NPK+200 kg N/ha. Analyses of plant material during the growing season (transplanting, 32, 62, 92 days after transplantation and at harvest) served to determine the morphological components and dry matter content of leek. Nitrogen had a positive influence on the investigated parameters (number and weight of leaves, weight and width of pseudo stem) in all evaluations, except in the first (32 days after transplantation). The most intense enlargement of parameters (number and weight of leaves, length and weight of pseudo stem, amount of dry matter in leaves) was recorded 62 days after transplantation. The highest dry matter content after the harvest was in the pseudo stem of the control treatment.

Key words: leek, *Allium porrum*, nitrogen, growth dynamics, leaf, pseudo stem, dry matter

1 Uvod

V sodobni kmetijski proizvodnji je zaradi težnje po čim višjih pridelkih prišlo v mnogih primerih do kontaminacije njivskih površin zaradi nekontrolirane uporabe pesticidov in mineralnih gnojil (Worthington, 2001). Še posebno je sporno gnojenje z dušikom, ki močno obremenjuje okolje na vodovarstvenih območjih. Če oskrbo rastlin z dušikom povežemo z naravi prijaznim kmetijstvom, ki je usmerjeno v ohranjanje rodovitnosti tal in minimiziranjem vplivov na okolje, ugotovimo, da imamo na voljo premalo primernih gnojil za tako vrsto proizvodnje.

Čeprav so bili v preteklosti opravljeni številni gnojilni poskusi z vrtninami, je bil por, čeprav je velik porabnik dušika, le malokrat proučevan. Dušik vpliva na rast in razvoj rastlin, oblikovanje listne površine, tvorbo suhe snovi, medtem ko čezmerna oskrba s tem elementom spodbuja rast vegetativnih organov, še posebno listov, to pa ima v končni fazi negativen vpliv zaradi medsebojnega senčenja rastlin (Sorensen, 1993; Booij in sod., 2002). Brunsgaard in

¹ Mag. agr., Poljoprivredni fakultet Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo

² Dr. agr., Poljoprivredni fakultet Sarajevo, Zmaja od Bosne 8, 71000 Sarajevo

³ Mag. agr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za vrtnarstvo, p.p. 95, 1000 Ljubljana

sod. (1997) so proučevali vpliv različnih količin dušika na podtalnico, na čas dozorevanja in višino pridelka pora. Savić in sod. (2004) pa so v svojih poskusih ugotavljali, kako oblika dušika in globina setve vplivajo na kaljenje pora. Nitratna oblika dušika je vplivala na slabšo kalilno sposobnost rastlin v primerjavi z amonijsko. Smit in sod. (1996) so ugotavljali največje potrebe pora po dušičnih gnojilih in čas njihove uporabe. Ugotovili so, da por v začetnih fazah potrebuje manj dušika, zato priporočajo večkratno dodajanje gnojila v manjših količinah.

Proučevanja gnojenja z dušikom v klimatskih in edafskih pogojih Bosne in Hercegovine doslej še ni bilo. Zato je bil cilj tega dela ugotoviti, kako dušik vpliva na dinamiko rasti in težo pora. Smisel spremljanja dinamike rasti je bil, da se določijo obdobja najintenzivnejše rasti pora in s tem ne le količine potrebnega dušika, temveč tudi čas, ko rastline najbolj potrebujejo hranilo.

2 Material in metode dela

Poskus s porom (cv. Karentan) smo izpeljali v letu 2003 na poskusnem polju Butmir pri Sarajevu. Za začetno gnojenje smo uporabili NPK 8:16:24 (400 kg/ha), kot dušično gnojilo pa smo uporabili 27% KAN.

Na poskusnih parcelicah smo izvedli štiri načine dognojevanja: PN_0 – brez gnojenja (kontrola), PN_s – začetno gnojenje (400 kg/ha NPK 8:16:24), PN_1 – začetno gnojenje + 50 kg N/ha, PN_2 – začetno gnojenje + 200 kg N/ha.

Pred osnovno obdelavo so bile vse parcelice pognojene s hlevskim gnojem (30 t/ha). Prvo dognojevanje – PN_1 s 50 kg N/ha je bilo opravljeno 62 dni po presajanju. To je bilo doseženo s 185 kg/ha 27 % KAN. Po navedbah Booija in sod. (1993) ta količina dušika zadovoljuje 80 % potreb pora po tem elementu. Da bi se izognili konkurenčnosti rastlin po dušiku, smo dognojevali še z 200 kg N/ha (PN_2) 92 dni po presajanju.

Sadike pora smo vzgojili v toplih gredah, ki smo jih poprej napolnili z uležanim hlevskim gnojem. Seme v gredah je bilo posejano v vrste, razmik med vrstami je bil 15 cm (štiri vrste na parcelo), globina setve pa 1 cm. Sadike smo ročno presadili na stalno mesto 3. 6. 2003. Površina poskusnih parcelic je znašala 3 m² (2,5x1,2 m). Razmik med parcelicami je bil 30 cm. Na poskusnih parcelicah smo uporabili standardno agrotehniko za gojenje pora.

Od morfoloških lastnosti smo analizirali povprečno število listov, premer lažnega stebela pet centimetrov nad zemljo, težo listov in težo lažnega stebela, od preostalih lastnosti pa sušino.

Vzorci za analizo smo pobrali 3. 6. (ob presajanju), 5. 7. (32. dan po presajanju – DPP), 6. 8. (62. dan po presajanju) in 7. 9. (92. dan po presajanju). Pridelek smo pobirali 3. 10. 2003.

Rezultate, dobljene v raziskavi, smo analizirali in statistično obdelali s programoma Microsoft Excel in Statgraphic plus 4,0. Statistično značilne razlike smo preverjali z Duncanovim testom, pri čemer smo upoštevali 5-odstotno tveganje.

Meritve klimatskih razmer smo povzeli z bližnje meteorološke postaje, ki je bila od lokacije poskusa oddaljena približno 200 m.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 METEOROLOŠKE RAZMERE

Poskusno polje Butmir je na Sarajevskom polju, v najnižjem delu Sarajevskega kantona (505 m n. v.). Temperature so bile v celotnem vegetacijskem obdobju višje od dolgoletnega povprečja (1960 – 1990). Tako je bila srednja letna temperatura za 0,3 °C višja, kot znaša dolgoletno povprečje. Najtoplejši mesec je bil avgust (22 °C), sledila sta mu junij (20,2 °C) in julij (20,2 °C); vsi meseci so bili znatno toplejši od večletnega povprečja. Najhladnejši mesec pa je bil februar s srednjo temperaturo –3,3 °C, kar je za 4,8 °C hladneje od povprečja. Med

izvajanjem poskusa smo zabeležili tudi absolutno maksimalno temperaturo, ki je dosegla 37,7 °C.

Skupna vsota padavin v letu 2003 je znašala 726,8 l/m², kar je manj od dolgotrajnega povprečja, ki znaša 931,7 l/m². Tako je bilo v letu 2003 za 204,9 l/m² manj padavin kot znaša dolgotrajno povprečje. Pomanjkanje dežja je bilo še zlasti izrazito v času vegetacije. Tako je primanjkljaj padavin v aprilu znašal 36,6 l/m², v maju 13,6 l/m², v juniju 8,2 l/m², v juliju 29,5 l/m², v avgustu 63,6 l/m² in v septembru 25,2 l/m² v primerjavi z dolgotrajnim povprečjem. Poleg pomanjkanja padavin je bila tudi njihova razporeditev med vegetacijo zelo neizenačena. Še dodatne težave pa je povzročalo dejstvo, da so pomanjkanje padavin spremljale visoke temperature v času intenzivne rasti rastlin, to pa je negativno vplivalo na rast in razvoj posevka.

3.2 MORFOLOŠKE LASTNOSTI PORA

Spremembe v številu listov med vegetacijo so prikazane v Preglednici 1. Končno štetje listov (92 DPP) je jasno pokazalo razlike med različnimi načini gnojenja. Največ listov je bilo pri gnojenju z 200 kg N/ha. Razlike med številom listov niso bile statistično značilne v vseh fazah rasti pora. V prvi fazi (32 DPP) nismo zaznali razlik v številu listov glede na način dognojevanja. Za drugo fazo (62 DPP) je bilo značilno intenzivno povečanje števila listov, ko se je varianta PN₂ statistično značilno razlikovala od preostalih načinov gnojenja. Do podobnih rezultatov so prišli Smit in sod. (1996), ki navajajo, da je v tej fazi rasti prišlo tudi do najintenzivnejše rasti korenin. Štetje listov v 92 DPP je pokazalo, da se varianti gnojenja PN₁ in PN₂ statistično razlikujeta od PN₀ i PN_S. Po spravilu pora je varianta PN₂ v primerjavi s preostalimi načini gnojenja imela statistično največ listov, medtem ko je imela varianta PN₁ statistično značilno več listov le od kontrolne skupine.

Preglednica 1: Število listov pora med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _S	PN ₁	PN ₂
Presajanje	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0	3,0 ± 0,0
32 DPP	4,7 ± 0,3	4,8 ± 0,1	4,9 ± 0,2	4,9 ± 0,2
62 DPP	9,1 ± 0,5	9,7 ± 0,3	9,8 ± 0,2	11,3 ± 0,2
92 DPP	11,3 ± 0,2	11,6 ± 0,2	12,5 ± 0,3	13,3 ± 0,4
Pobiranje	12,6 ± 0,1	12,7 ± 0,1	12,9 ± 0,1	14,4 ± 0,5

Razlike v premeru lažnega stebela v prvi etapi (32 DPP) niso bile statistično značilne (pregl. 2). V 62 DPP so imele rastline v varianti PN₂ značilno največji premer lažnega stebela v primerjavi s preostalimi načini gnojenja. Najintenzivnejša rast lažnega stebela je bila med 62 in 92 DPP. V 92 DPP smo zaznali podoben trend rezultatov kot pri 62 DPP. Prav tako je bil premer lažnega stebela značilno največji pri varianti PN₂ ob pobiranju pridelka. Kljub razlikam pa so vsi načini gnojenja zadovoljili tržne normative glede premera lažnega stebela.

Odločilno vlogo v skupnem pridelku pora ima teža lažnega stebela. Spremembe v teži lažnega stebela se niso pokazale z enako intenzivnostjo med vegetacijo (pregl. 3). V prvi etapi (32 DPP) nismo ugotovili značilnih razlik med načini gnojenja, ob naslednji analizi (62 DPP) pa je kontrola (PN₀) statistično značilno dala najslabše rezultate v primerjavi s preostalimi načini gnojenja. V 92 DPP je bila varianta gnojenja PN₂ značilno najboljša v primerjavi s preostalimi, medtem ko je bila varianta PN₁ boljša od PN_S in od kontrolne skupine (PN₀). Podobne rezultate kot pri 92 DPP smo dobili tudi ob pobiranju pridelka.

Preglednica 2: Premer lažnega stebila (mm) pora med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _s	PN ₁	PN ₂
Presajanje	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,1	5,0 ± 0,1
32 DPP	9,6 ± 0,1	9,6 ± 0,1	9,7 ± 0,1	9,7 ± 0,1
62 DPP	14,8 ± 0,7	15,5 ± 0,8	15,9 ± 0,4	19,0 ± 0,6
92 DPP	30,5 ± 0,6	31,1 ± 0,8	31,3 ± 0,3	32,9 ± 0,4
Pobiranje	32,1 ± 0,8	32,9 ± 1,5	33,6 ± 1,2	36,3 ± 1,5

Preglednica 3: Teža lažnega stebila (g) pora med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _s	PN ₁	PN ₂
Presajanje	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,1	2,0 ± 0,1
32 DPP	3,1 ± 0,2	3,4 ± 0,1	3,5 ± 0,1	3,5 ± 0,1
62 DPP	17,2 ± 0,8	20,5 ± 1,2	21,4 ± 1,0	23,0 ± 1,8
92 DPP	58,3 ± 6,8	58,9 ± 8,4	72,5 ± 2,1	82,9 ± 2,4
Pobiranje	108,0 ± 9,1	110,9 ± 8,6	131,0 ± 7,2	146,5 ± 9,8

Spremembe v teži listov v času opazovanja glede na način gnojenja so prikazane v Preglednici 4. Sprememba teže listov v prvi etapi opazovanja (32 DPP) je bila zanemarljiva, razlika med obravnavanji pa prav tako neznatna. V drugi etapi (62 DPP) se je varianta PN₂ izrazito razlikovala od preostalih načinov gnojenja, medtem ko je dala varianta PN₁ le malo višjo, čeprav statistično značilno težo listov v primerjavi s PN_s in PN₀. Največ v vsej vegetacijski dobi so listi pridobili, in sicer pri teži v tretjem obdobju opazovanja (92 DPP) pri vseh načinih gnojenja. Ob pobiranju so po pričakovanju največjo težo dosegli listi, gnojni z 200 kg N/ha (PN₂).

Preglednica 4: Teža listov (g) pora med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _s	PN ₁	PN ₂
Presajanje	4,0 ± 0,1	4,0 ± 0,1	4,0 ± 0,1	4,0 ± 0,1
32 DPP	7,3 ± 0,2	7,4 ± 0,1	7,5 ± 0,1	7,5 ± 0,4
62 DPP	47,3 ± 2,8	47,8 ± 1,2	51,2 ± 1,4	69,8 ± 5,8
92 DPP	106,9 ± 7,6	108,4 ± 9,2	126,8 ± 9,8	155,5 ± 12,1
Pobiranje	144,5 ± 12,1	147,9 ± 14,3	171,7 ± 18,3	194,6 ± 16,9

Preglednica 5: Dolžina lažnega stebila (cm) pora med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _s	PN ₁	PN ₂
Presajanje	6,7 ± 0,1	6,7 ± 0,1	6,7 ± 0,1	6,7 ± 0,1
32 DPP	7,9 ± 0,3	8,2 ± 0,4	8,3 ± 0,5	8,3 ± 0,6
62 DPP	9,5 ± 0,5	9,7 ± 0,9	9,6 ± 0,8	9,8 ± 0,8
92 DPP	12,0 ± 1,2	12,0 ± 0,8	12,0 ± 1,6	12,1 ± 1,4
Pobiranje	12,2 ± 1,4	12,3 ± 1,0	12,4 ± 1,3	12,4 ± 1,5

Čeprav zunanje razmere niso odločilne, smo kljub temu spremljali tudi dolžino lažnega stebela, in to zato, da bi določili primeren čas za dognojevanje z dušičnimi gnojili (pregl. 5). Najintenzivnejšo rast lažnega stebela smo izmerili med 62 in 92 DPP. Razlike v dolžini lažnega stebela, ki smo jih izmerili med posameznimi razvojnimi fazami, so bile zanemarljive in niso imele statističnega pomena. Ker količina dušika na dolžino lažnega stebela ni vplivala v nobeni fazi opazovanja, lahko potrdimo, da je to sortna lastnost, kot je ugotovil že Sorensen (1999).

3.3 VSEBNOST SUHE SNOVI

Rezultati vsebnosti suhe snovi v lažnem stebelu (Preglednica 6) po metodi Booiya in sod. (1993) so pokazali, da imajo kontrolne rastline višji odstotek suhe snovi kot gnojene rastline. V prvi etapi (32 DPP) opazovanja nismo zaznali razlik med obravnavanji, v drugi etapi (62 DPP) opazovanja pa so bile dokazane razlike med kontrolnimi rastlinami in preostalimi, gnojenimi obravnavanji. V 92 DPP pa je imelo statistično najnižjo vsebnost suhe snovi obravnavanje PN₂. Do podobnih rezultatov smo prišli tudi ob pobiranem pridelku.

Preglednica 6: Vsebnost suhe snovi v lažnem stebelu (%) med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _S	PN ₁	PN ₂
Presajanje	10,3 ± 0,1	10,3 ± 0,1	10,3 ± 0,1	10,3 ± 0,1
32 DPP	11,7 ± 0,1	11,7 ± 0,2	11,6 ± 0,1	11,5 ± 0,2
62 DPP	12,0 ± 0,1	11,8 ± 0,1	11,7 ± 0,1	11,6 ± 0,2
92 DPP	15,3 ± 0,2	15,3 ± 0,2	15,0 ± 0,4	14,4 ± 0,3
Pobiranje	16,3 ± 0,3	16,3 ± 0,2	15,9 ± 0,3	15,1 ± 0,3

Spremembe v odstotku vsebnosti suhe snovi v listih so bile manj opazne v primerjavi s spremembami suhe snovi v lažnem stebelu (Preglednica 7). Statistična analiza je pokazala, da so razlike v prvi etapi (32 DPP) opazovanja zanemarljive. Podobne rezultate je dala analiza v drugi (62 DPP) in tretji etapi opazovanja (92 DPP) in ob pobiranju. Najintenzivneje se je odstotek suhe snovi spremenil med 32 DPP in 62 DPP.

Preglednica 7: Vsebnost suhe snovi v listu (%) med vegetacijo v odvisnosti od gnojenja z dušikom

Čas analize	Način gnojenja			
	PN ₀	PN _S	PN ₁	PN ₂
Presajanje	10,0 ± 0,2	10,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1	10,0 ± 0,1
32 DPP	10,6 ± 0,1	10,7 ± 0,2	10,5 ± 0,1	10,4 ± 0,2
62 DPP	11,8 ± 0,2	11,8 ± 0,1	11,7 ± 0,3	11,5 ± 0,2
92 DPP	11,8 ± 0,2	11,8 ± 0,2	11,7 ± 0,2	11,6 ± 0,4
Pobiranje	12,0 ± 0,3	11,9 ± 0,4	11,7 ± 0,2	11,6 ± 0,3

4 Sklepi

Za opazovane parametre dinamike rasti pora lahko zaključimo, da je bilo najintenzivnejše oblikovanje listov pora ugotovljeno v drugi etapi opazovanja (62 DPP). V istem času smo zaznali tudi največje povečanje teže listov in odstotka suhe snovi v listih. Po spravi pora se je izkazalo, da je gnojenje z 200 kg N/ha dalo največje število listov, medtem ko je gnojenje s 50 kg N/ha dalo boljše rezultate le v primerjavi z negnojenimi parcelicami. Ob pobiranju so

največjo težo dosegli listi rastlin, ki so bile gnojene z 200 kg N/ha. Število in teža listov nista bila v vseh načinih gnojenja v vzročno pozitivni povezavi. To lahko pojasnimo z morfološko zgradbo pora, ker povečano število listov pripelje do večjega zasenčenja prej nastalih listov. Do podobnih zaključkov sta v svojih raziskavah prišla Mengel in Kirkby (1978). Do najintenzivnejšega povečanja premera, teže in dolžine lažnega stebila je prišlo 92 dni po presajanju pora. Po navedbah Sorensena (1999) so največje količine dušika nahajajo v na novo oblikovanih listih, zato so tudi največje potrebe po dodajanju dušičnih gnojil prav v tem obdobju. Ker so imele rastline pora v začetku opazovanja, to je po presajanju, počasno rast, dognovanje z dušikom takrat ni potrebno. Absorpcija dušika je takrat majhna, to pa je posledica majhne tvorbe biomase. Ker so se vsi opazovani parametri najintenzivneje spreminjali med 62. in 92. dnevom po presajanju, je treba dognovanje z dušikom prilagoditi temu obdobju vegetacije.

5 Literatura

- Benoit, F., Ceustermans, N. 1994. Belgische untersushungen zu porre. Gemüse, 2: 70-72
- 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
- Brunsgaard, G., Sorensen, J.N., Kaack, K., Eggum, B.O. 1997. Protein quality and energy density of leek (*Allium porrum* L.) as influenced by water and nitrogen supply and plant age at harvest, J. Sci. Food Agric., 74 (2): 237-243
- Mengel, K., Kirkby, E.A. 1978. Nutrition and plant growth. Principles of plant nutrition. Intl. Potash. Inst., Berne, Switzerland: 211-256
- Savić, D., Stikić, R., Jovanović, Z. 2004. Leek growth and productivity in response to light interception and nitrogen nutrition. Acta Hort., 654: 243-247
- Smit, A.L., Booij, R., Van der Werf, A. 1996. The spatial and temporal rooting pattern of Brussels sprouts and leeks. Net. J. Agric. Sci., 44: 241-248
- Sorensen, J.N. 1993. Use of the N_{min} -method for optimization of vegetable nitrogen nutrition. Acta Hort., 339: 179-192
- Sorensen, J.N. 1999. Nitrogen effects on vegetable crop production and chemical composition. Acta Hort., 506: 41-49
- Worthington, V. 2001. Nutritional quality of organic versus conventional fruits, vegetables and grains. Jour. Alt. Comp. Med., 7 (2): 161-173

Ekološko pridelovaje slovenskih sort čebule

Mihaela ČERNE¹, Helena JURŠE–ROGELJ², Slavka ZALOKAR², Sonja JERIC³, Gregor ŠLIBAR³

Izveleček

Na lokacijah Sevnica, Strahinje in Ljubljana smo dve do štiri leta proučevali tri slovenske sorte čebule iz sorte liste: Ptujška rdeča, Tera in Belokranjka, standardno sort Holandska in dve avtohtoni sorti iz Sevnice in Rake. Avtohtoni sorti smo dobili leta 2003 ob izobraževanju za ekološko semenarstvo, ki je bilo v okviru EU projekta "Oživimo dediščino biotske raznovrstnosti v slovenskem kmetijstvu". Pridelki in odstotek suhe snovi slovenskih sort so bili bistveno večji kot pri standardni sorti Holandska. V Strahinju smo pri pridelovanju iz čebulčka pridelali več kot pri neposredni setvi.

Ključne besede: slovenske sorte, čebula, ekološko pridelovanje

Ecological cultivation of Slovenian onion varieties

Abstract

Three Slovenian onion varieties from the National Variety List: Ptujška rdeča, Tera, Belokranjka, two autochthonous varieties from Sevnica and from Raka and a standard variety Holandska were studied on three locations: Sevnica, Strahinje and Ljubljana, for two to four years. The autochthonous varieties were acquired in 2003 during the education for ecological seed production in frame of the EU project "Revitalisation of biodiversity inheritance in Slovenian agriculture". The yields of Slovenian varieties were higher and had higher dry matter content than the standard variety Holandska. In Strahinje the cultivation from sets gave a higher yield than that from direct sowing.

Key words: Slovenian varieties, onion, ecological production

1 Uvod

Ekološko pridelovanje je okolju najbolj prijazno gojenje rastlin, kar poudarjajo številni dokumenti sprejeti v Evropski uniji, kjer so 10. junija 2004 sprejeli Akcijski načrt za ekološko kmetijstvo in prehrano. Ekološko pridelovanje se širi tudi v države, ki še niso v EU (Matotan, 2004).

V Sloveniji se je po podatkih Akcijskega načrta dolgoročnega razvoja ekološkega kmetijstva ekološko pridelovanje začelo v letu 1988, ko se je osnovalo društvo Mikrokozmos. V letu 1991 so bila objavljena Priporočila za ekološko kmetovanje v Sloveniji, ustanovili so Združenje ekoloških kmetov Slovenije in biološko dinamično društvo Ajda. Prve kontrole slovenskega ekološkega pridelovanja so izvedli v letu 1998 avstrijski kontrolorji. V letu 1999 je bila ustanovljena Zveza združenj ekoloških kmetov Slovenije. V Ljubljani in tudi v drugih krajih Slovenije so odpirali ekološke tržnice. Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil je izšel v Uradnem listu RS št. 31 leta 2001. V tem letu so objavili tudi pravilnik za slovensko kontrolo ekološkega pridelovanja in v Mariboru imenovali slovensko organizacijo za kontrolo. V letu 2003 so izdali dopolnjen pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi. V letu 2004 so imenovali delovno skupino za pripravo Akcijskega načrta dolgoročnega razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji in imenovali še eno

¹ Doc. dr., znanstvena svetnica, Španova pot 5, 1000 Ljubljana, e-pošta: mihaela.cerne@siol.net

² Kmetijska šola Grm, Novo mesto, Sevnica 13, 8000 Novo mesto

³ Srednja biotehniška šola Kranj, Strahinje 99, 4202 Naklo

organizacijo za kontrolo ekološkega kmetijstva. Akcijski načrt je Vlada Republike Slovenije sprejela 24.11.2005.

Ekološko kmetovanje so v letu 1999 kontrolirali na 41 kmetijah, v letu 2004 pa na 1568 kmetijah. Med skupnimi površinami je bilo tega leta 91% travinja, 7% njiv, 1,7% vinogradov in sadovnjakov in samo 0,3% vrtnin.

Pomen ohranjanja avtohtonih sort kmetijskih rastlin poudarja Konvencija o biološki raznovrstnosti in FAO pogodba o rastlinskih genskih virih za hrano in kmetijstvo. V okviru Evropskega skupnega programa mrež za rastlinske genske vire ECP/GR deluje skupina za ohranjanje avtohtonih sort na kmetijah. Ta skupina je na srečanju 19. in 20. junija 2006 v Nemčiji razpravljala o pomenu ohranjanja in o programih, ki jih izvajajo v različnih evropskih državah. Na tem srečanju sem poudarila, da tudi v Sloveniji skrbimo za ohranjanje avtohtonih sort na kmetijah ter za izmenjavo pridelkov in semen različnih avtohtonih sort v ekološkem pridelovanju (Černe, 2006). V EU sedaj pripravljajo direktivo za trženje lokalnih sort tako semen kot tudi vegetativno razmnoženih vrst kmetijskih rastlin.

V EU projektu o listnatih vrtninah, kamor je vključena tudi Slovenija, bomo skrbeli za ohranjanje avtohtonih sort solate, endivije, radiča, motovilca, za vključevanje teh sort v ekološko pridelovanje na kmetijah in tudi v slovensko rastlinsko gensko banko. V EU projektu o širitvi biotske raznovrstnosti na ekološke kmetije bomo v Sloveniji proučevali avtohtone sorte zelja in paradižnika.

Avtohtone sorte čebule smo zbrali v letu 2003 (Černe, 2003) v okviru EU projekta: "Oživimo dediščino biotske raznovrstnosti v slovenskem kmetijstvu". Sorte smo 2003 in 2004 posadili na Kmetijski šoli Grm, Novo mesto, leta 2004 in 2005 pri Srednji biotehniški šoli v Kranju in v Ljubljani v letih 2003, 2004, 2005 in 2006.

V poskusih so bile vključene slovenske sorte čebule iz sortne liste, avtohtona sorta iz Sevnice in Rake in sorta Holandska. Obe avtohtoni sorti gojijo na ekoloških kmetijah več kot 30 let (Černe, 2004).

2 Material in metode dela

Na treh lokacijah smo dve do štiri leta proučevali tri slovenske sorte čebule iz sortne liste, to so Belokranjka, Ptujška rdeča in Tera, dve avtohtoni sorti iz Sevnice in iz Rake v primerjavi s standardno sorto Holandska. Poskusi so bili postavljeni po metodi naključnega bloka v treh ponovitvah, osnovna parcela je merila 2,5 m². Čebulček smo sadili v Sevnem pri Kmetijski šoli Grm 25.3.2003 in 10.4.2004. V Strahinju pri Srednji biotehniški šoli Kranj smo sejali seme in sadili čebulček 14.4.2004 in 10.4.2005. V Ljubljani smo sadili čebulček 21.3.2003, 5.4.2004, 3.4.2005 in 11.4.2006. Medvrstna razdalja je bila 30 cm. V vrsti smo sadili čebulček na 10 cm, seme smo sejali na 2 do 5 cm. Prejšnji posevek je bila v Sevnem pšenica, v Strahinju različne vrtnine in v Ljubljani plodovke predvsem paradižnik in paprika. Čebulo smo v Sevnem pobirali 25.7.2003 in 28.7.2004, v Strahinju čebulo vzgojeno iz čebulčka 19.8.2004 in 8.8.2005, iz semena 3.9.2004 in 8.8.2005. V Ljubljani smo čebulo vzgojeno iz čebulčka pobirali 19.7.2003, 26.7.2004, 25.7.2005 in 24.7.2006. Posušeno čebulo smo stehali, količino pridelkov smo obračunali po metodi analize variance. Izmerili smo višino in širino čebule, stehali čebulo in določili suho snov z refraktometrom.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 MORFOLOŠKE LASTNOSTI SORT

Sorte avtohtona iz Sevnice, Belokranjka in Holandska imajo čebulico z rumeno rjavimi zunanjiimi luskolisti, sočni notranji luskolisti so belorumeni. Sorti Ptujška rdeča in avtohtona iz Rake imata čebulico z rdeče vijoličnimi zunanjiimi luskolisti, notranji luskolisti so rahlo

vijolični. Sorta Tera ima temnejše rdeče zunanje luskoliste, notranji omeseneli luskolisti so rdečkasti z rdečo vijolično povrhnjico. Ploščate čebulice se razvijejo pri sorti avtohtona iz Sevnice in Rake, Tera, Ptujška rdeča, Holandska. Čebulice sorte Belokranjka so podolgovate.

Preglednica 1: Morfološke lastnosti čebule, gojene iz čebulčka

Lokacija Sevnica Sorta / Leto	Višina (cm)		Širina (cm)		Masa (g)		Suha snov (%)	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	25.11.04	2.5.05
Ptujška rdeča	4,5	3,7	6,6	5,5	96	100	10,5	13,3
Tera	4,5	4,7	5,6	7,1	100	120	10,8	11,2
Belokranjka	7,5	7,3	4,5	5,0	110	120	10,5	10,7
Avtoht. iz Sevnice	4,1	3,9	6,8	5,6	121	95	11,8	11,3
Avtohtona iz Rake	4,0	4,2	5,7	5,9	91	85	11,5	12,3
Holandska	3,9	4,1	5,9	5,3	72	65	9,1	8,9
Lokacija Strahinje								
Sorta / Leto	2004	2005	2004	2005	2004	2005	25.11.04	2.5.05
Ptujška rdeča	4,6	3,7	6,7	6,8	121	91	11,4	10,7
Avtoht. iz Sevnice	4,5	4,2	6,0	5,6	92	99	11,8	10,9
Holandska	4,7	4,5	6,5	6,1	100	75	9,6	8,7

Preglednica 2: Morfološke lastnosti čebule, gojene iz semena v Strahinju

Leto	Višina v cm		Širina v cm		Masa v g		Suha snov v %	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005	25.11.04	2.5.05
Ptujška rdeča	4,6	4,5	6,5	6,3	95	100	10,3	10,1
Tera	4,5	4,0	6,1	6,1	100	95	9,7	9,5
Belokranjka	8,2	6,1	5,3	3,1	105	110	10,5	10,0
Avtoht. iz Sevnice	4,9	4,0	5,3	6,1	95	100	9,3	9,0

Preglednica 3: Morfološke lastnosti čebule, gojene v Ljubljani iz čebulčka

Sorta/ Leto	Višina (cm)		Širina (cm)		Masa (g)		Suha snov (%)	
	2003	2004	2003	2004	2003	2004	25.11.04	2.5.05
Ptujška rdeča	5,0	5,4	6,5	6,9	140	164	11,6	12,4
Tera	4,5	4,8	6,1	6,9	110	124	11,6	11,9
Belokranjka	6,9	7,5	4,8	4,9	110	140	10,5	10,1
Avtoht. iz Sevnice	5,0	5,2	6,5	6,0	130	164	11,4	12,2
Avtohtona iz Rake	4,3	4,9	4,8	5,3	110	120	12,1	12,5
Holandska	4,9	5,6	5,1	6,3	100	102	9,3	9,5
Leto	2005	2006	2005	2006	2005	2006	20.11.05	4.5.06
Ptujška rdeča	4,8	4,5	6,7	6,2	110	120	10,2	10,9
Tera	4,4	4,2	6,2	6,1	110	115	11,0	11,1
Belokranjka	7,8	7,9	4,3	4,7	110	120	10,3	10,1
Avtoht. iz Sevnice	4,8	4,5	6,1	6,2	110	125	11,2	11,1
Holandska	4,6	5,1	5,4	6,1	95	90	9,5	9,0

V Sevnem, Strahinju in Ljubljani so pri vzgoji iz čebulčka suhe snovi slovenskih sort višje od suhe snovi sorte Holandska. V Strahinju so pri pridelovanju iz semena suhe snovi sorte Tera in Avtohtone iz Sevnice manjše od 10 %. Po petmesečnem skladiščenju se suhe snovi niso bistveno znižale, ker čebulice v primernem skladišču niso začele poganjati listov. V Sevnem, Strahinju in Ljubljani so bile teže čebulice sorte Holandska manjše kot pri slovenskih sortah.

3.2 PRIDELKI SORT

V Sevnem je bil obe leti pridelek standardne sorte Holandska signifikantno nižji od pridelkov slovenskih sort. Največji pridelek sta imeli v letu 2004 sorti Tera in Avtohtona iz Sevnice. V Ljubljani je bil pridelek sorte Belokranjka obe leti signifikantno večji od sorte Holandska. Pridelki sort Ptujška rdeča in Avtohtona iz Rake in Sevnice se med seboj signifikantno ne razlikujejo.

Preglednica 4: Pridelki čebule t/ha v letu 2003 in 2004 v Sevnem, Strahinju in Ljubljani

Lokacija	Sevno		Strahinj		Ljubljana	
Način gojenja	Iz čebulčka		Iz čebulčka	Iz semena	Iz čebulčka	
Sorte / Leto	2003	2004	2004	2004	2003	2004
Ptujška rdeča	25,5	36,8	46,5	35,5	38,4	40,1
Tera	35,3	53,8	-	38,4	35,5	45,2
Belokranjka	32,2	38,2	-	42,1	45,3	51,4
Avtoht. iz Sevnice	37,6	49,4	47,6	35,6	35,5	39,5
Avtohtona iz Rake	28,6	32,4	-	-	37,2	39,5
Holandska	19,9	25,4	39,4	-	30,1	33,0
Povprečje	29,9	39,3	44,5	37,9	37,0	41,5
LSD 0,05	5,4	5,9	4,6	6,5	4,8	6,2

V Strahinju je leta 2004 pridelek sort gojenih iz čebulčka Ptujška rdeča in Avtohtona iz Sevnice enak. Signifikantno se ne razlikuje tudi pridelek iz neposredne setve pri sortah Belokranjka in Tera. Pridelek čebule gojene iz semena je manjši od pridelka čebule gojene iz čebulčka.

Preglednica 5: Pridelki čebule v t/h leta 2005 in 2006 v Strahinju in Ljubljani

Lokacija	Strahinj		Ljubljana	
Način gojenja	Iz čebulčka	Iz semena	Iz čebulčka	
Sorte / Leto	2005	2005	2005	2006
Ptujška rdeča	40,9	38,4	38,1	36,4
Tera	48,2	40,5	40,2	39,1
Belokranjka	47,1	40,3	43,8	45,2
Avtoht. iz Sevnice	49,8	40,6	38,4	42,5
Holandska	-	-	27,4	29,9
Povprečje	46,5	40,0	37,6	38,6
LSD 0,05	3,5	n. s.	5,2	5,9

V Strahinju so pridelki čebule, gojene leta 2005 iz semena enaki. Sorte avtohtona iz Sevnice, Tera in Belokranjka gojene iz čebulčka se v Strahinju po pridelku med seboj signifikantno ne razlikujejo. V Ljubljani je bil pridelek sorte Holandska v letu 2005 in 2006 signifikantno nižji od pridelka slovenskih sort. Največ smo v letu 2006 pobrali pri sortah Belokranjka in avtohtona iz Sevnice.

4 Sklepi

Proučevanje slovenskih sort čebule je pomembno za širjenje teh sort v ekološko pridelovanje. Lokalne sorte se v pridelovanje širijo tudi v drugih evropskih državah, kjer je ekološko pridelovanje veliko bolj razširjeno in ima tudi daljšo tradicijo kot pri nas.

Glede na sprejete mednarodne dokumente o ohranjanju lokalnih sort na kmetijah, to je o njihovem pridelovanju na ekoloških kmetijah, želimo v Sloveniji ohraniti čim več teh sort. V pridelovanju se z neprestano odbiro izboljšujejo tudi njihove lastnosti. Te sorte so prilagojene naravnim danostim posameznega območja od koder izvirajo. V pridelovanju pa se prilagajajo tudi sedanjim ravnim razmeram.

Med petimi slovenskimi sortami čebule so tri vpisane v sortno listo. To so Ptuska rdeča, Tera in Belokranjka. Vse so imele primerne pridelke in večje od standardne sorte Holandska. Tudi sorte, ki jih še pridelujejo ekološki pridelovalci so rodne in dobro prilagojene razmeram v ekološkem pridelovanju.

Pridelki slovenskih sort čebule gojenih iz semena so nekoliko manjši kot če čebulo pridelujemo iz čebulčka, če istočasno sejemo seme ali sadimo čebulček. Za povečanje pridelka bi bilo potrebno vzgojiti iz semena sadike in jih istočasno presajati kot sadimo čebulček.

5 Literatura

Akcijski načrt dolgoročnega razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji. RS Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano 2005

Černe, M. 2004. Slovenske sorte nekaterih kmetijskih rastlin. Kmetovalec 72, 4: 9-11

Černe, M. 2003. Ekološko pridelovanje in slovenske sorte v programih srednjih kmetijskih šol. Biodar 3, 3: 9-10

Černe, M. 2006. Slovenske sorte in vzgoja posameznih vrst rastlin. Gradivo za izobraževanje, januar-marec 2006. Čebulnice: 12-15

Černe, M. 1992 Čebulnice. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 9-27

Matotan, Z. 2004. Suvremena proizvodnja povrća. Ekološka proizvodnja povrća s. 48-56 in Luk 139-152. Naknadni zavod Globus, Zagreb 2004

Vardjan, F. 1980. Vrtno zelenjadarstvo. ČZP Kmečki glas, Ljubljana: 201-209

Vogel, G. 1996. Handbuch des speziellen Gemuesebaues. Speisezwiebel. Eugen Ulmer, Stuttgart 1996: 708-727

Preizkušanje genskih virov vrtnega ognjiča (*Calendula officinalis* L.) v pridelovanju

Anita KUŠAR¹, Dea BARIČEVIČ²

Izvleček

Kakovost zdravilnih rastlin pogojujejo njihove morfološke, fiziološke in biokemijske lastnosti, ki so odvisne tako od genetskega materiala kot ekoloških parametrov rastišča in njune interakcije. Namen raziskave je bil raziskati vpliv genetskega materiala na pridelek in njegovo kakovost ob nespremenjenih dejavnikih okolja (ekoloških parametrih). V raziskavo je bil vključen vrtni ognjič (*Calendula officinalis* L.), tržno zelo zanimiva zdravilna rastlina. V širokem sortimentu vrtnega ognjiča, ki je na razpolago, žal ni veliko znanega o višini in kakovosti pridelka posamezne sorte. V poskus je bilo vključenih pet genskih virov ognjiča. Pri posameznem genskem viru so bili spremljani naslednji parametri: pridelek, osušitveno razmerje, razmerje med cevastimi in jezičastimi cvetovi ter vsebnost flavonoidov in fenolnih kislin. Raziskava je pokazala, da so imeli preučevani genski viri vrtnega ognjiča pomemben vpliv na pridelek, osušitveno razmerje in razmerje med cevastimi in jezičastimi cvetovi, na vsebnost flavonoidov in fenolnih kislin v cvetovih pa niso vplivali.

Ključne besede: zdravilne rastline, vrtni ognjič, *Calendula officinalis* L., genski vir, pridelek, flavonoidi, fenolne kisline

Testing pot marigold (*Calendula officinalis* L.) genetic sources in cultivation

Abstract

Quality of medicinal plants depends on their morphological, physiological and biochemical characteristics, which are influenced by genetic material, by environmental parameters and by their interaction. The aim of the study was to find out the impact of genetic material on the yield and its quality in the same ecological conditions. Pot marigold, which is currently an interesting plant on the market, has been studied. There is not much information available on the yield and on the quality of individual genetic sources within a broad list of market varieties. This is the reason why five genetic sources of pot marigold were included into the study. Following parameters have been studied: yield, drying ratio, tubular/ligulate flowers ratio, the flavonoid content and the phenolic acids content. The results showed that the genetic sources included in the study significantly influenced the yield, drying ratio and tubular/ligulate flowers ratio, but not the flavonoid or phenolic acids contents in pot marigold flowers.

Key words: medicinal plants, pot marigold, *Calendula officinalis* L., genetic source, yield, flavonoids, phenolic acids

1 Uvod

Vrtni ognjič (*Calendula officinalis* L.) spada v družino nebinovk (*Asteraceae*). Je zdravilna rastlina z mehko-dlakavimi, jajčasto-suličastimi listi. Socvetja (koški) so veliki 3–7 cm, sestavljeni iz rumenih do oranžnih jezičastih in cevastih cvetov. Rastlina izvira iz južne Evrope, pogosto jo imamo na vrtovih v okrasne namene ali kot zdravilno rastlino. Vrtni ognjič je ekonomsko pomembna zdravilna rastlina, ki se uporablja v fitoterapiji, kozmetiki in kulinariki. Po določitvah Evropske farmakopeje (Eu. Ph. V, 2004), nemške Monografije E (Blumenthal, 1998) in WHO monografije (2002) predstavljajo drogo vrtnega ognjiča posušeni jezičasti cvetovi (*Calendulae flos sine calycibus*) ali koški (*Calendulae flos cum calycibus*).

¹ Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: anita.kusar@bf.uni-lj.si

² Izr. prof., prav tam, e-pošta: dea.baricevic@bf.uni-lj.si

Učinkovine vrtnega ognjiča so triterpenski saponini na osnovi oleanolne kisline, eterično olje s kadinolom kot glavno sestavino, karotenoidi, flavonoidi (astragalin, hiperozid, izokvercetin, rutin) in polisaharidi (WHO, 2002). Glede na določila Evropske farmakopeje (Eu. Ph. V, 2004) je zahtevana vsebnost flavonoidov pri odprtih, suhih socvetjih vsaj 0,4 %, preračunano na hiperozid. WHO monografija (2002) za socvetja vrtnega ognjiča predpisuje naslednje pripravke: vodno-alkoholni izvlečki, tinkture in mazila. Glede na nemško Monografijo E (Blumenthal, 1998) je priporočljiva uporaba vrtnega ognjiča pri ustnih in žrelnih vnetjih, celjenju ran in golenji razjedi. WHO monografija (2002) socvetjem vrtnega ognjiča pripisuje protimikrobno, protivirusno in protivnetno delovanje. Pripisujejo mu tudi antioksidativno učinkovitost, predvsem zaradi vsebnosti fenolnih spojin (Ćetković in sod., 2004; Miliauskas in sod., 2004; Pendry in sod., 2005).

Zaradi zahtev prehranske, farmacevtske in kozmetične industrije po nepogrešljivi kakovosti surovin - zdravilnih rastlin, je potrebno s strani raziskovalcev in pridelovalcev temu posvetiti posebno pozornost. Zagotavljanje kakovosti zdravilnih rastlin v povezavi z njihovo učinkovitostjo in neškodljivostjo je zaradi naravnega nihanja kemične sestave zelo zahtevna naloga. Številne raziskave, ki potekajo po svetu, dokazujejo, da morfološke, fiziološke in biokemijske lastnosti rastlin pogojujejo končno kakovost zdravilnih rastlin, odvisne pa so tako od genetskega materiala kot ekoloških parametrov rastišča in njune interakcije (Manukyan, 2004; Bloem in sod., 2004; Gaudin in sod., 2002). Pri vrtnem ognjiču je zaslediti pomanjkanje tovrstnih raziskav. Ker so na trgu prisotne številne sorte ognjiča, je potrebno v okviru zagotavljanja kakovostne surovine za kozmetično in farmacevtsko industrijo preučiti njihovo raznolikost. V prvi vrsti je nujno potrebno preveriti pridelek in njegovo kakovost za razpoložljive genske vire ob nespremenljivi tehnologiji pridelovanja in drugih dejavnikov, pogojenih z lokacijo pridelovanja.

V prispevku je predstavljen poljski poskus, v katerega je bilo vključenih pet genskih virov vrtnega ognjiča, ki so vključeni v Gensko banko zdravilnih in aromatičnih rastlin pri Biotehniški fakulteti v Ljubljani. Namen študije je bil pri izbranih genskih virih vrtnega ognjiča preveriti pridelek in njegovo kakovost (vsebnost flavonoidov in fenolnih kislin).

2 Material in metode dela

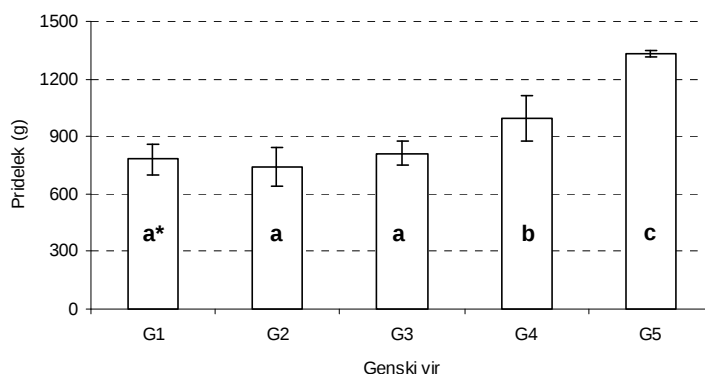
Poljski poskus je potekal na izbrani lokaciji v Radmirju v letu 2002. Leto 2002 glede na temperaturo zraka in količino padavin ni odstopalo od dolgoletnega povprečja. Poljski poskus je bil zasnovan kot bločni poskus v štirih ponovitvah. Tla smo pripravili z jesenskim oranjem leto prej. Pred oranjem je bila opravljena analiza tal, ki je pokazala, da spadajo tla v teksturni razred meljasta ilovica (pH = 5,1; org. snov = 4,3 %) in da so srednje preskrbljena s fosforjem (9,1 mg P₂O₅/100 g tal) ter kalijem (14,6 mg K₂O/100 g tal).

Direktna setev v vrste je potekala spomladi 2002. Seme genskih virov ognjiča, vključenih v poskus, je hranjeno v Genski banki za zdravilne in aromatične rastline pri Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. V poskus so bili vključeni naslednji genski viri: G1 (8/19, Anglija, Belt. PI545699), G2 (8/21, Poljska, Belt. PI 545709), G3 (8/26, Portugalska, Belt. PI 420253), G4 (8/38, sorta Orangenfarbige gefulte), G5 (8/39, sorta Plamen). Poskusne parcele so bile velike 10 m². Sejali smo na medvrstno razdaljo 50 cm, razdalja med parcelami je bila 50 cm. Med rastjo je bil poskus redno oskrbovan z okopavanjem in mehanskim odstranjevanjem plevelov. Obiranje socvetij (koškov) je potekalo od junija do septembra ob vsakem polnem cvetenju rastlin (6 obiranj). Rastline smo obirali ročno, po žetvi in sušenju v sušilniku pa ovrednotili pridelek. Posušeni koškom smo odstranili jezičaste cvetove in jih shranili za kemijsko analizo.

Vsebnost flavonoidov (izraženih kot rutin) in fenolnih kislin (izraženih kot klorogenska kislina) v metanolnih izvlečkih smo določili s tenkoplastno kromatografijo po postopku Wagner in Bladt (1996). Rezultate poskusa smo statistično ovrednotili z metodo analize variance za slučajne bloke (ANOVA; Statgraphics).

3 Rezultati z diskusijo

Poskus je potrdil domnevo, da genski vir oziroma sorta vrtnega ognjiča pomembno vpliva na pridelek koškov ($p = 0,000$). Največji pridelek smo izmerili pri genskem viru G5 (1332 ± 15 g), sledil mu je genski vir G4. Najmanjši pridelek smo zabeležili pri genskih virih G1, G2 in G3, med katerimi v višini pridelka ni bilo statistično značilnih razlik (slika 1). Potencialna produktivnost poskusnega nasada, preračunana na 100 m^2 , se je gibala med 7,8 kg in 13,3 kg/ 100 m^2 . Della Loggia (1994) in Heeger (1956) navajata, da se pridelki suhih koškov vrtnega ognjiča gibljejo med 10 in 20 kg/ 100 m^2 . V ta okvir lahko izmed sort, obravnavanih v našem poskusu, vključimo le sorto z največjim pridelkom – sorto Plamen oziroma genski vir G5, pri kateri smo izmerili pridelek 13,3 kg/ 100 m^2 . Daschler in Pelzmann (1999) poročata o še višjih pridelkih pri vrtnem ognjiču, le-ti naj bi se gibali med 18 in 25 kg/ 100 m^2 . Takšnega pridelka v našem poskusu nismo zabeležili pri nobeni izmed obravnavanih sort, medtem ko sta Gantait in Chattopadhyay (2004 in 2005) v svojih raziskavah zabeležila takšne pridelke, vendar je potrebno poudariti, da je bila v njune poskuse vključena sorta Lemon Queen, ki je med našimi izbranimi sortami ni bilo.

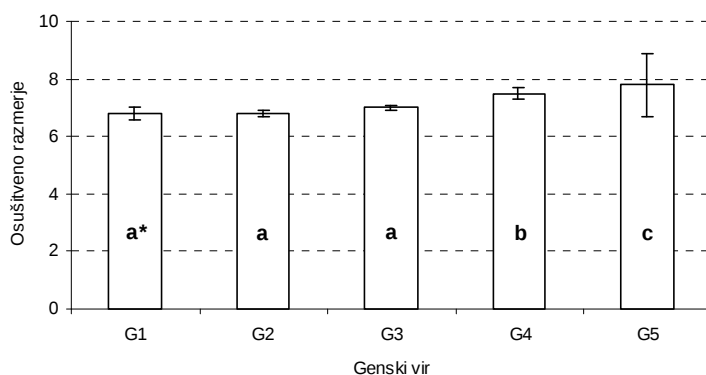


Slika 1: Povprečni pridelek suhih koškov vrtnega ognjiča (*Calendulae flos cum calycibus*) (na 10 m^2) za genske vire G1, G2, G3, G4 in G5 (povprečje $\pm$ SN). *Enaka črka v stolpcu označuje obravnavanja, med katerimi ni statistično značilnih razlik (Duncanov test, $p \leq 0,05$).

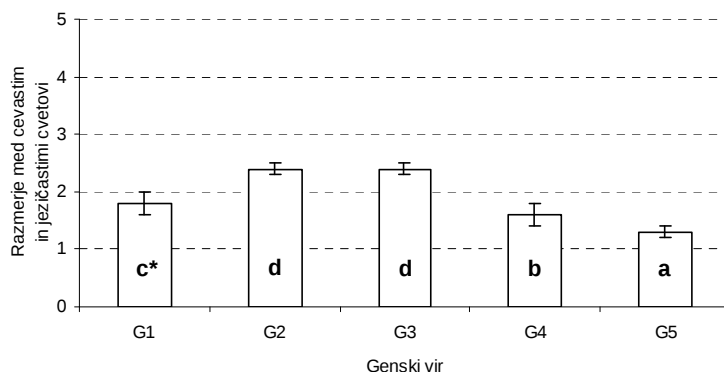
Pričakovano osušitveno razmerje je pri vrtnem ognjiču 7–8:1 (Daschler in Pelzmann, 1999). V našem poskusu se je v odvisnosti od sorte osušitveno razmerje gibalo med 6,8:1 in 7,8:1. Razlike v osušitvenem razmerju med sortami so bile statistično značilne ($p = 0,000$). Največje osušitveno razmerje je dosegel genski vir G5, kar pomeni, da je za enoto pridelanih suhih koškov potrebno pri omenjenem viru največ svežih koškov, medtem ko jih je pri virih G1, G2 in G3 potrebno najmanj (slika 2).

Ker se za pripravke na osnovi vrtnega ognjiča uporabljajo pogosto le jezičasti cvetovi, je bil v analizo poskusa vključen tudi izračun razmerja med cevastimi in jezičastimi cvetovi za posamezen genski vir. Razlike med genskimi viri v omenjenem razmerju so bile statistično značilne ($p = 0,000$). Najmanjše in s tem najugodnejše razmerje smo izmerili pri genskem viru

G5, sledil je vir G4 (sika 3). Pri dveh sortah torej potrebujemo najmanj koškov za pridobitev enake količine jezičastih cvetov.



Slika 2: Povprečno osušitveno razmerje koškov ognjiča (*Calendulae flos cum calycibus*) za genske vire G1, G2, G3, G4 in G5 (povprečje ± SN). *Enaka črka v stolpcu označuje obravnavanja, med katerimi ni statistično značilnih razlik (Duncanov test, $p \leq 0,05$).



Slika 3: Povprečno razmerje med cevastimi in jezičastimi cvetovi vrtnega ognjiča (*Calendula officinalis* L.) za genske vire G1, G2, G3, G4 in G5 (povprečje ± SN). *Enaka črka v stolpcu označuje obravnavanja, med katerimi ni statistično značilnih razlik (Duncanov test, $p \leq 0,05$).

Pomemben podatek pri pridelovanju zdravilnih rastlin je kakovost pridelka. V našem poskusu smo kakovost pridelanih koškov vrtnega ognjiča ovrednotili glede na vsebnost flavonoidov (izraženih kot rutin) in fenolnih kislin (izraženih kot kavna kislina). Vsebnost omenjenih sekundarnih metabolitov smo spremljali v mesecih, ko smo obirali koške (preglednici 1 in 2). Statistična obdelava rezultatov je pokazala, da interakcija med genskim virom in časom obiranja koškov ni statistično značilno vplivala na vsebnost flavonoidov ($p = 0,51$) oziroma fenolnih kislin ($p = 0,55$) v jezičastih cvetovih vrtnega ognjiča. Čas obiranja je značilno vplival na vsebnost obravnavanih metabolitov, medtem ko genski vir vrtnega ognjiča ni imel značilnega vpliva.

Preglednica 1: Povprečje vsebnosti flavonoidov (izraženih kot rutin) od junija do septembra leta 2002 v suhih jezičastih cvetovih vrtnega ognjiča (*Calendulae flos sine calycibus*) za genske vire G1, G2, G3, G4 in G5 (povprečje $\pm$ SN). *Enaka črka v stolpcu označuje obravnavanja, med katerimi ni statistično značilnih razlik (Duncanov test, $p \leq 0,05$).

Vsebnost flavonoidov (izraženih kot rutin) (%)				
	Junij	Julij	Avgust	September
G1	0,48 $\pm$ 0,21	0,80 $\pm$ 0,14	0,77 $\pm$ 0,24	0,94 $\pm$ 0,15
G2	0,47 $\pm$ 0,20	0,56 $\pm$ 0,30	0,73 $\pm$ 0,25	0,90 $\pm$ 0,14
G3	0,43 $\pm$ 0,18	0,73 $\pm$ 0,17	0,81 $\pm$ 0,08	0,89 $\pm$ 0,21
G4	0,60 $\pm$ 0,17	0,63 $\pm$ 0,25	0,46 $\pm$ 0,13	0,79 $\pm$ 0,34
G5	0,54 $\pm$ 0,25	0,53 $\pm$ 0,16	0,68 $\pm$ 0,18	0,80 $\pm$ 0,14

Obravnavani genski viri vrtnega ognjiča se glede na vsebnost flavonoidov in fenolnih kislin med seboj niso statistično značilno razlikovali v nobenem izmed obravnavanih mesecev. Izmerjena vsebnost flavonoidov v jezičastih cvetovih vrtnega ognjiča je pri vseh petih obravnavanih genskih virih ustrezala kriterijem kakovosti, ki jih določa Evropska farmakopeja (Eu. Ph. V, 2004), ki določa da mora biti vsebnost flavonoidov večja od 0,4%.

Preglednica 2: Vsebnost fenolnih kislin (izraženih kot kavna kislina) od junija do septembra leta 2002 v suhih jezičastih cvetovih vrtnega ognjiča (*Calendulae flos sine calycibus*) za genske vire G1, G2, G3, G4 in G5 (povprečje $\pm$ SN). *Enaka črka v stolpcu označuje obravnavanja, med katerimi ni statistično značilnih razlik (Duncanov test, $p \leq 0,05$).

Vsebnost fenolnih kislin (izraženih kot kavna kislina) (%)				
	Junij	Julij	Avgust	September
G1	pod mejo det.	pod mejo det.	0,27 $\pm$ 0,17	0,35 $\pm$ 0,12
G2	pod mejo det.	pod mejo det.	0,20 $\pm$ 0,10	0,30 $\pm$ 0,06
G3	pod mejo det.	pod mejo det.	0,19 $\pm$ 0,07	0,24 $\pm$ 0,10
G4	pod mejo det.	pod mejo det.	0,19 $\pm$ 0,06	0,46 $\pm$ 0,19
G5	pod mejo det.	pod mejo det.	0,24 $\pm$ 0,07	0,33 $\pm$ 0,13

Vsebnost flavonoidov ($p = 0,000$) in fenolnih kislin ($p = 0,000$) se je tekom rastne dobe statistično značilno spreminjala. Največje vrednosti flavonoidov so bile izmerjene v mesecu septembru, najmanjše pa v mesecu juniju. Prav tako smo največjo vsebnost fenolnih kislin zabeležili v mesecu septembru. V juniju in juliju je bila vsebnost fenolnih kislin pod mejo detekcije.

4 Sklepi

Poskus je pokazal, da se obravnavani genski viri vrtnega ognjiča (*Calendula officinalis* L.) statistično značilno ne razlikujejo glede na vsebnost flavonoidov in fenolnih kislin, pomembno pa se razlikujejo glede na pridelek koškov, osušitveno razmerje in razmerje med cevastimi ter jezičastimi cvetovi. To je za pridelovalce zdravilnih rastlin pomembna informacija za izbor sortimenta za pridelovanje vrtnega ognjiča. Izmed preučevanih sort sta glede na pridelek in ugodno razmerje cevastih in jezičastih cvetov najprimernejši sorti za

gojenje Orangenfarbige gefulte (genski vir G4) in Plamen (genski vir G5). V prihodnje pa bo potrebno preveriti še druge genske vire oziroma sorte, saj so na podlagi literaturnih podatkov pridelki nekaterih drugih sort bistveno večji kot so bili pridelki sort oziroma genskih virov, vključenih v naš poskus.

5 Literatura

- Bloem, E, Haneklaus, S, Schnug, E. 2004. Influence of nitrogen and sulfur fertilization on the alliin content of onions and garlic. *Journal of Plant Nutrition*, 27, 10: 1827–1839
- Blumenthal, M. (ur.) 1998. The complete German commission E monographs. American Botanical Council, Austin, Texas: 684 str.
- Ćetković, G.S, Djilas, S.M, Čanadanović-Brunet, J.M, Tumbas, V.T. 2004. Antioxidant properties of marigold extracts. *Food research international*, 37: 643–650
- Daschler, M, Pelzmann, H. 1999. Arznei- und Gewürzpflanzen. 2. überarbeitete Auflage, Klosterneuburg, Österreichischer Agrarverlag: 352 str.
- Della Loggia, R. 1994. *Calendula officinalis*. Botanica, chimica, farmacologia, tossicologia, tecnica farmaceutica e terapia. OEMF, Milano, 125 str.
- European pharmacopoeia. 2002. 4th edition. Strasbourg, European Directorate for Quality of Medicines, Council of Europe: 2416 str.
- Gantait, S.S, Chattopadhyay, T.K. 2004. Flower and seed of pot marigold (*Calendula officinalis* L.) cv. Lemon Queen under nutritional variability. *Orissa journal of horticulture*, 32, 1: 30–34
- Gantait, S.S, Chattopadhyay, T.K. 2005. Agrotechniques to maximize productivity of hydrolycocholic extract from medicinal garden herb calendula. *Natural product radiance*, 4, 2: 113–116
- Gaudin, M.; Simonnet, X.; Debrunner, N.; Ryser, A. 2002. Breeding for a *Hypericum perforatum* L. variety both productive and *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) tolerant. *Journal of Herbs, Spices & Medicinal Plants*, 9, 2/3: 107–120
- Heeger, E.F. 1956. *Handbuch des Arznei und Gewürzoflanzenbaues Drogengewinnung*, Leipzig: 388–393
- Manukyan, A. E. 2004. The productivity and quality of some herbs under controlled environmental conditions: II. Medicinal and aromatic plants. *Journal of Applied Botany and Food Quality*, 78, 2: 104–111
- Miliauskas, G, Venskutonis, T.A, van Beek, T.A. 2004. Screening of radical scavenging activity of some medicinal and aromatic plant extracts. *Food chemistry*, 85: 231–237
- Pendry, B, Busia, K, Bell, C.M. 2005. phytochemical evaluation of selected antioxidant-containing medicinal plants for use in the preparation of a herbal formula – a preliminary study. *Chemistry & Biodiversity*, 2, 7: 917–922
- Wagner, H, Bladt, S. 1996. Bitter drugs. Plant drug analysis. A thin layer chromatography atlas. Second edition. Berlin, Springer Verlag: 384 s.
- WHO monographs on selected medicinal plants. 2002. Ženeva, vol. 2: 355 s.

Agronomske lastnosti in pridelek različnih sort paprike, pobrane v tehnološki in fiziološki zrelosti

Kristina UGRINOVIC¹, Mojca ŠKOF²

Izvleček

Pri papriki z zeleno/rdečimi plodovi v tipu babure smo v letu 2005 preučevali vpliv sorte in stopnje zrelosti plodov ob pobiranju (tehnološka in fiziološka zrelost) na količino tržnega in skupnega pridelka ter na zunanje parametre kakovosti plodov (masa in debelina perikarpa). Poskusi so bili postavljeni v različnih območjih Slovenije na prostem in v zaščitenem prostoru (tunel). Pri pridelavi na prostem so bili pridelki zelo nizki (6,73 t/ha tržnega pridelka tehnološko zrelih plodov in 1,97 t/ha tržnega pridelka fiziološko zrelih plodov), medtem ko so bili pri vzgoji v tunelu precej višji (tržni pridelek tehnološko zrelih plodov 45,54 in 94,79 t/ha, fiziološko zrelih plodov pa 33,62 in 61,90 t/ha). Razlog za nizke pridelke na prostem so bile predvsem neugodne vremenske razmere. Pri pridelavi v tunelu je bilo nastavljanje plodov boljše in obdobje pobiranja daljše, zato smo pobrali večje število plodov kot na prostem. V tunelu so bili plodovi običajno večji in so imeli debelejši perikarp kot na prostem. V povprečju smo v fiziološki zrelosti pobrali 26 do 71 % manj pridelka kot v tehnološki zrelosti. Plodovi, pobrani v fiziološki zrelosti, so bili večji (težji) in so imeli debelejši perikarp kot plodovi v tehnološki zrelosti. Tudi preskušane sorte so se pri vseh opazovanih parametrih med seboj razlikovale.

Ključne besede: *Capsicum annum*, pridelek, zrelost, masa ploda, debelina perikarpa, kultivar

Agronomic characteristics and yield of different pepper varieties picked at technological and physiological ripeness

Abstract

The influence of varieties and stage of fruit maturity at picking (technological and physiological ripeness) on marketable and total yield and on outer quality parameters (weight and pericarp thickness) of fruits of pepper varieties with blocky shape and green/red colour was studied in 2005. Trials were set in different regions of Slovenia in the open field and under protection (tunnel). Yields achieved in the open field were low (marketable yield 6.73 t/ha at technological and 1.97 t/ha at physiological maturity). A situation was quite different for both trials where pepper was grown under protection (marketable yield of 45.54 and 94.79 t/ha at technological and 33.62 and 61.90 t/ha at physiological maturity). The reason for low yields in the open field were unfavourable climatic conditions. Under the protection a fruit set was better and a harvest period longer. Fruits from the protected cultivation were bigger and usually had thicker pericarp than fruits from the open field. The yield of physiologically mature (red) fruits was from 26 to 71 % lower than the yield at technological maturity in all the trials. Physiological ripe fruits were heavier and usually had thicker pericarp than technologically mature fruits. Differences were observed among the varieties considering all the observed parameters.

Keywords: *Capsicum annum*, yield, ripeness, fruit weight, pericarp thickness, cultivar

1 Uvod

V zadnjih 10 letih se je pridelava paprike v Sloveniji močno povečala. Glede na pridelovalne površine tako paprika predstavlja najpomembnejšo plodovko. Skupno jo pridelujemo na okoli 150 ha, okoli 10% od tega je zaščitenih prostorov (SURS, 2005). V pridelavi prevladujejo sorte z blede rumenimi plodovi v tipu babure, medtem ko so sorte z drugačnimi oblikami in barvami plodov manj zastopane. Zanimanje potrošnikov in s tem tudi pridelovalcev za plodove različnih oblik in barv narašča, informacij o primernosti različnih sort za pridelavo v

¹ Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: kristina.ugrinovic@kis.si

² Univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: mojca.skof@kis.si

naših agroekoloških razmerah pa je zelo malo. Številni avtorji poudarjajo, da na pridelek in kakovost plodov paprike pomembno vplivajo pridelovalni pogoji in sorta (npr. Bosland in Votava, 2000, Rylski et al., 1994). Zato smo pri Kmetijskem inštitutu Slovenije v letu 2005 ugotavljali primernost 10 sort paprike s plodovi tipa babure, ki so v tehnološki zrelosti obarvani zeleno, v fiziološki zrelosti pa rdeče, in sicer za pridelovanje v različnih območjih Slovenije (Celje in Šempeter pri Novi Gorici). Sorte smo preskušali tako na prostem (Celje) kot v zaščitenem prostoru – srednje visok tunel v Novi Gorici in visok tunel v Celju. Plodove smo pobirali v tehnološki in fiziološki zrelosti. Preskušanja smo opravili v sodelovanju s Srednjo kmetijsko-živilsko šolo v Šempetru pri Novi Gorici in s Srednjo vrtnarsko šolo v Celju.

2 Material in metode dela

V okviru programa Vrtnarskih centrov in postaj smo v letu 2005 ugotavljali primernost 10 sort paprike s plodovi v tipu zeleno/rdeče babure za pridelovanje v Sloveniji. Sorte smo preskušali tako na prostem (Celje) kot v neogrevanem zaščitenem prostoru – srednje visok tunel v Šempetru pri Novi Gorici in visok tunel v Celju.

Vsi trije poskusi so bili zasnovani kot dvofaktorski poskusi v treh ponovitvah z naključnim razporedom poskusnih parcelic. Proučevali smo vpliv sorte (DRP 4950, Cartago, Spartacus, Torkal in Napoli – vse De Ruiter, Kalifornijsko čudo 1 – Sativa, Kalifornijsko čudo 2 – NIRP Novi Sad, Olimpus – Enza Zaden, Lamuyo – Franchi Sementi ter Red Knight – Seminis) in stopnje zrelosti plodov (tehnološka – zeleni plodovi in fiziološka – rdeči plodovi) na tržni in skupni pridelek ter na število pobranih plodov na rastlino. Poleg tega smo pri vsaki sorti v obeh stopnjah zrelosti pri 10 naključno izbranih tržnih plodovih ugotavljali tudi maso ploda in debelino perikarpa (mesa).

Sadike za vse poskuse smo vzgojili v ogrevanem plastenjaku (setev 23.02.2005, pikiranje v plastične setvene plošče s 50 celicami v fazi pojava prvega pravega lista). Vse poskusne parcele smo založno pognojili na osnovi analize tal in v skladu s Tehnološkimi navodili za integrirano pridelovanje zelenjave. Presajali smo na gredice, prekrte s črno PE folijo. Na prostem so bile razdalje med vrstami 75 cm, v vrsti pa 30 cm (gostota posevka 44.444 rastlin/ha). V tunelih so bile razdalje med vrstami 30 cm, v vrsti pa prav tako 30 cm (gostota posevka 47.419 rastlin/ha). V Novi Gorici smo v tunelu presajali 26. aprila. V Celju smo v tunelu presajali 13., na prostem pa 19. maja. Vsi trije poskusi so bili oskrbovani s standardnimi agrotehničnimi ukrepi za pridelavo paprike (kapljično namakanje, rastlin nismo pincirali).

S pobiranjem smo pričeli, ko so prvi plodovi dosegli tehnološko (zeleni, na otip čvrsti plodovi) oz. fiziološko (rdeče obarvani plodovi) zrelost. Nato smo plodove redno pobirali v približno 10 dnevni intervalih, jih razvrščali v tržne in netržne, prešteli ter stehali. Obdobje pobiranja je bilo v Celju na prostem od 26.07. (17.08. za fiziološko zrele plodove) do 06.09. in v tunelu od 26.07. (26.08. za fiziološko zrele plodove) do 17.10. ter v Šempetru v tunelu od 27.06. (18.07. za fiziološko zrele plodove) do 03.10..

Zbrane podatke smo za vsak poskus posebej statistično obdelali pri zaupanju 95% ($p=0,05$) s pomočjo programa Statgraphics Plus 5.1 za Windows. Pri obdelavi podatkov za pridelek in število plodov smo uporabili postopek ANOVA za večfaktorske poskuse, kot faktorje smo upoštevali ponovitev, sorto in stopnjo zrelosti. Pri obdelavi podatkov o zunanji kakovosti plodov (masa ploda in debelina perikarpa) pa smo uporabili postopek ANOVA za 1 dejavnik, pri čemer smo kot dejavnika upoštevali sorto ali stopnjo zrelosti. Ob značilnem F testu smo povprečja različnih sort oz. obeh stopenj zrelosti razvrstili s pomočjo LSD-a (LSD Multiple Range Test).

3 Rezultati z diskusijo

3.1 PRIDELEK

V poskusu, ki je potekal na prostem (Celje), so bili pridelki tako v tehnološki (povprečni tržni pridelek 6,73 t/ha) kot v fiziološki zrelosti (povprečni tržni pridelek 1,97 t/ha) zelo nizki. Pridelki obeh poskusov, ki sta potekala v zaščitenem prostoru, so bili dobri (Celje) oziroma celo zelo dobri (Šempeter). V tunelu v Celju je bilo tako povprečje za tržni pridelek tehnološko zrelih plodov 45,54 t/ha, za tržni pridelek fiziološko zrelih plodov pa 33,62 t/ha. V Šempetru je bil povprečni tržni pridelek tehnološko zrelih plodov kar 94,79 t/ha, fiziološko zrelih plodov pa 61,90 t/ha (preglednica 1).

Razloge za tako slabe pridelke na prostem gre iskati predvsem v slabi vegetativni rasti rastlin, ki nato niso mogle dobro obrodit. Vzrok za slabo vegetativno rast so bile slabe vremenske razmere v času poskusa. Takoj po presajanju je nastopilo obdobje nizkih temperatur, kar je stresno vplivalo na rastline, ki si nato v hladnem in deževnem poletju nikakor niso opomogle. Poleg tega so bile razmere ugodne za razvoj bakterijskih bolezni, ki so rastline še dodatno prizadele. Pridelki doseženi v poskusu na prostem so bili tako nižji od pridelkov, ki smo jih v sortnih poskusih na prostem dosegli v letu 2001, ko so se povprečni tržni pridelki gibali med 17,82 in 29,90 t/ha (Čergan et al., 2002). Drugi avtorji navajajo, da se pridelki paprike na prostem gibajo od 2 do 6 kg/m² (Wien, 1997).

Pri obeh poskusih v tunelu je bila vegetativna rast zaradi višjih temperatur mnogo boljša. Rastline so bile zdrave. Plodovi so bili številčnejši in večji (težji) kot pri pridelavi na prostem, poleg tega je bilo tudi obdobje pobiranja daljše. Doseženi pridelki so bili tako na ravni tistih, ki smo jih v sortnih poskusih v tunelu dosegli v letu 2003 (Čergan et al., 2004). Za pridelavo v neogrevanih tunelih Lazić et al. (2001) navajajo, da se pridelki gibajo med 6 in 10 kg/m². Razlog za veliko razliko med pridelki obeh poskusov v tunelu (v Šempetru smo pobrali približno še enkrat toliko kot v Celju) je zakasnelo nastavljanje plodov pri poskusu v Celju. To je bilo verjetno po eni strani posledica senčenja, znano je namreč, da v pogojih slabe osvetlitve rastline slabše nastavljajo plodove (Wien, 1997 in tam navedena literatura). Po drugi strani pa so na slabše nastavljanje plodov verjetno vplivali tudi za papriko manj ugodni vremenski pogoji v tem delu Slovenije.

V vseh treh poskusih je bil tako tržni kot skupni pridelek fiziološko zrelih plodov nižji od pridelka tehnološko zrelih plodov, izjemi sta bili le 2 sorti iz poskusa v tunelu v Celju. Razlika med povprečnim pridelkom fiziološko oz. povprečnim pridelkom tehnološko zrelih plodov je bila statistično značilna v vseh primerih, z izjemo skupnega pridelka pri poskusu v tunelu v Celju (preglednica 1). V povprečju je bil tržni pridelek fiziološko zrelih plodov nižji za 26 do 71 %. Razlika med pridelkom fiziološko zrelih in tehnološko zrelih plodov je bila najmanjša pri pridelavi v tunelu v Celju in največja pri pridelavi na prostem v Celju. Lešić s sod. (2002) navajajo, da je pridelek fiziološko zrelih plodov običajno za okoli 20% nižji kot pridelek tehnološko zrelih plodov. V naših poskusih s sortami paprike, ki imajo podolgovato obliko ploda, je bil v fiziološki zrelosti pridelek za 18% do 35% nižji kot v tehnološki zrelosti (Ugrinović in Škof, 2006). Razlog za nižji pridelek v fiziološki zrelosti je manjše število pobranih plodov. To je posledica manjšega števila nastavljenih plodov na rastlinah na katerih so bili plodovi pušteni do fiziološke zrelosti, kot tudi plodov, ki do konca pobiranja niso dosegli fiziološke zrelosti. Znano je, da hitro rastoči plodovi lahko omejijo nastavljanje novih plodov in povzročijo celo odpadanje cvetnih popkov (Wien, 1997; Pavlek, 1988). Pri tržnem pridelku velja omeniti tudi, da je bil le-ta manjši tudi zaradi tega, ker so nekateri plodovi propadli še preden so dosegli fiziološko zrelost.

Med preskušanimi sortami je na prostem tako v tehnološki kot v fiziološki zrelosti izstopala sorta Red Knight. Pri pridelavi v zaščitenem prostoru med sortami ni bilo statistično značilnih razlik pri nobeni od obeh stopenj zrelosti (preglednica 1).

Preglednica 1: Tržni in skupni pridelek (t/ha) različnih sort paprike v tehnološki in fiziološki zrelosti

SORTA	CELJE				ŠEMPETER	
	Na prostem		V tunelu		V tunelu	
	Tržni	Skupni	Tržni	Skupni	Tržni	Skupni
TEHNOLOŠKA ZRELOST						
DRP 4950 F1	7,88 cd	18,84 bc	38,26	39,37	102,08	129,35
Kalifornijsko čudo 1	1,83 de	4,10 e	30,87	34,72	68,56	97,05
Kalifornijsko čudo 2	3,21 cde	7,33 de	45,00	49,15	82,95	118,03
Olimpus F1	14,49 b	24,09 ab	46,78	48,67	107,73	126,44
Cartago F1	0,77 e	4,74 de	58,37	62,44	109,38	127,59
Spartacus F1	2,30 cde	8,79 cde	59,70	63,15	80,94	114,79
Torkal F1	1,63 e	5,43 de	55,24	57,24	97,08	118,79
Lamuyo F1	8,30 c	14,25 bcd	33,11	34,07	92,86	110,98
Napoli F1	4,52 cde	12,44 cde	32,43	34,39	100,05	135,46
Red Knight F1	22,42 a	30,96 a	55,63	56,48	106,30	127,35
LSD-Stz (p=95%)*	6,11	10,08	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
FIZIOLOŠKA ZRELOST						
DRP 4950 F1	2,15 b	7,60 bc	22,07	26,04	68,37	86,92
Kalifornijsko čudo 1	0,30 b	1,48 c	28,78	40,37	52,90	74,41
Kalifornijsko čudo 2	0,47 b	2,69 bc	22,78	28,70	64,02	83,38
Olimpus F1	1,63 b	7,28 bc	31,22	34,93	59,83	78,17
Cartago F1	0,30 b	4,74 bc	47,22	55,33	55,94	74,29
Spartacus F1	1,06 b	4,96 bc	30,11	35,15	63,13	91,00
Torkal F1	0,99 b	4,37 bc	41,96	46,63	49,02	66,27
Lamuyo F1	0,81 b	2,59 bc	37,30	42,81	58,84	80,78
Napoli F1	0,44 b	8,44 b	49,22	55,22	69,67	90,06
Red Knight F1	11,56 a	19,19 a	25,56	28,52	77,35	96,68
LSD-Sfz (p=95%)*	2,42	6,14	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Povprečje-teh. z.	6,73 A	13,10 A	45,54 A	47,97	94,79 A	120,58 A
Povprečje-fiz. z.	1,97 B	6,33 B	33,62 B	39,37	61,90 B	82,20 B
LSD-Z (p=95%)*	1,56	2,62	9,35	n.s.	7,19	8,29

a, b, c: Različne črke označujejo statistično značilno različne pridelke posameznih sort v določenem poskusu.

A, B, C: Različne črke označujejo statistično značilno različne pridelke pri različni stopnji zrelosti v določenem poskusu.

n.s.: Razlika statistično ni značilna.

LSD-Stz: Najmanjša značilna razlika za sorte v tehnološki zrelosti.

LSD-Sfz: Najmanjša značilna razlika za sorte v fiziološki zrelosti.

LSD-Z: Najmanjša značilna razlika za različne stopnje zrelosti.

3.2 MASA PLODA

Povprečna masa tržnega ploda v tehnološki zrelosti je bila pri pridelavi na prostem 128 g, pri pridelavi v tunelu pa 157 g v Celju in 185 g v Šempetru. Podobno je bilo tudi v fiziološki zrelosti, povprečna masa tržnega ploda je bila na prostem 154 g, v tunelu pa 234 g v Celju in 215 g v Šempetru (preglednica 2). Plodovi rastlin, gojenih v tunelu, so bili torej večji in težji kot plodovi rastlin gojenih na prostem. To potrjuje ugotovitve drugih avtorjev, ki navajajo da lahko razmere, ki negativno vplivajo na rast in razvoj rastline paprike, zmanjšajo tudi končno velikost ploda (Wien, 1997).

Preglednica 2: Masa (g) tržnih plodov različnih sort paprike v tehnološki in fiziološki zrelosti

SORTA	CELJE		ŠEMPETER
	Na prostem	V tunelu	V tunelu
TEHNOLOŠKA ZRELOST			
DRP 4950 F1	130 ab	152 bcd	172 bc
Kalifornijsko čudo 1 Z	117 bc	119 e	192 b
Kalifornijsko čudo 2 Z	111 bc	122 de	157 c
Olimpus F1	151 a	198 a	243 a
Cartago F1	-	148 bcde	164 bc
Spartacus F1	102 c	146 cde	249 a
Torkal F1	115 bc	207 a	156 c
Lamuyo F1	130 ab	159 bc	170 bc
Napoli F1	147 a	142 cde	156 c
Red Knight F1	135 b	179 ab	190 b
LSD-Stz (p=95%)*	28	33	32
FIZIOLOŠKA ZRELOST			
DRP 4950 F1	127 c	214 b	239 bc
Kalifornijsko čudo 1 Z	-	235 b	183 ef
Kalifornijsko čudo 2 Z	102 c	148 c	199 de
Olimpus F1	217 a	314 a	164 f
Cartago F1	119 c	211 b	201 de
Spartacus F1	138 bc	221 b	220 cd
Torkal F1	106 c	214 b	221 cd
Lamuyo F1	158 abc	306 a	250 b
Napoli F1	177 ab	168 c	182 ef
Red Knight F1	199 a	312 a	289 a
LSD-Sfz (p=95%)*	47	35	28
Povprečje-teh. z.	128 A	157 A	185 A
Povprečje-fiz. z.	154 B	234 B	215 B
LSD-Z (p=95%)*	14	16	13

a, b, c: Različne črke označujejo statistično značilno različno maso ploda posameznih sort v določenem poskusu.
 A, B, C: Različne črke označujejo statistično značilno različno maso ploda pri različni stopnji zrelosti v določenem poskusu.

n.s.: Razlika statistično ni značilna.

LSD-Stz: Najmanjša značilna razlika za sorte v tehnološki zrelosti.

LSD-Sfz: Najmanjša značilna razlika za sorte v fiziološki zrelosti.

LSD-Z: Najmanjša značilna razlika za različne stopnje zrelosti.

V vseh treh poskusih je bila povprečna masa tehnološko zrelega tržnega ploda statistično značilno nižja od povprečne mase fiziološko zrelega tržnega ploda. V povprečju so bili fiziološko zreli plodovi za 16% do 49% težji kot tehnološko zreli plodovi. Podrobnejši pogled pa pokaže, da na nivoju vsake sorte temu ni bilo vedno tako (preglednica 2). Razlog za to je verjetno v tem, da je pri nekaterih sortah v obdobju od tehnološke do fiziološke zrelosti propadlo več velikih plodov in so bili zato pri teh sortah v povprečju tržni plodovi v fiziološki zrelosti manjši kot v tehnološki zrelosti. Kljub temu lahko rečemo, da plodovi paprike tudi po tem, ko so že dosegli polno tehnološko zrelost, še vedno nekoliko rastejo in pridobivajo na teži.

Tudi različne sorte so se statistično značilno razlikovale po povprečni masi tržnega ploda. V tehnološki zrelosti je bila med sortami z najtežjimi plodovi v vseh treh poskusih le sorta Olimpus, v fiziološki zrelosti pa sta bili v vseh treh poskusih med sortami z najtežjimi plodovi sorti Red Knight in Lamuyo (preglednica 2).

Preglednica 3: Debelina mesa (mm) tržnih plodov različnih sort paprike v tehnološki in fiziološki zrelosti

SORTA	CELJE		ŠEMPETER
	Na prostem	V tunelu	V tunelu
TEHNOLOŠKA ZRELOST			
DRP 4950 F1	4,2 abc	5,4 a	5,7 a
Kalifornijsko čudo 1 Z	4,2 abc	4,7 b	4,9 bc
Kalifornijsko čudo 2 Z	3,6 c	4,7 b	5,3 abc
Olimpus F1	4,2 abc	5,3 ab	5,8 a
Cartago F1	-	5,6 a	5,9 a
Spartacus F1	3,6 c	5,3 ab	5,6 ab
Torkal F1	4,5 ab	5,9 a	4,6 cd
Lamuyo F1	4,1 bc	4,7 b	4,1 d
Napoli F1	4,3 ab	5,4 a	4,9 bc
Red Knight F1	4,8 a	5,6 a	5,4 ab
LSD-Stz (p=95%)*	0,6	0,6	0,7
FIZIOLOŠKA ZRELOST			
DRP 4950 F1	4,2 bc	5,9 bc	6,7 a
Kalifornijsko čudo 1 Z	3,6 c	4,6 e	5,4 c
Kalifornijsko čudo 2 Z	-	5,3 cd	5,9 bc
Olimpus F1	5,3 a	6,7 a	6,7 a
Cartago F1	4,0 bc	5,9 bc	6,4 ab
Spartacus F1	4,5 abc	5,9 bc	6,2 ab
Torkal F1	3,6 c	5,6 bcd	6,4 ab
Lamuyo F1	5,0 ab	5,1 de	5,9 bc
Napoli F1	4,5 abc	5,5 bcd	5,9 bc
Red Knight F1	4,9 ab	6,1 ab	5,9 bc
LSD-Sfz (p=95%)*	1,2	0,6	0,8
Povprečje-teh. z.	4,2	5,2 A	5,2 A
Povprečje-fiz. z.	4,5	5,6 B	6,1 B
LSD-Z (p=95%)*	n.s.	0,2	0,3

a, b, c: Različne črke označujejo statistično značilno različno debelino mesa posameznih sort v določenem poskusu.

A, B, C: Različne črke označujejo statistično značilno različno debelino mesa pri različni stopnji zrelosti v določenem poskusu.

n.s.: Razlika statistično ni značilna.

LSD-Stz: Najmanjša značilna razlika za sorte v tehnološki zrelosti.

LSD-Sfz: Najmanjša značilna razlika za sorte v fiziološki zrelosti.

LSD-Z: Najmanjša značilna razlika za različne stopnje zrelosti.

3.3 DEBELINA PERIKARPA

Povprečna debelina perikarpa (mesa) plodov paprike je bila v Celju v tehnološki zrelosti od 4,2 mm na prostem in do 5,2 mm v obeh poskusih v tunelu. V fiziološki zrelosti je bila povprečna debelina perikarpa od 4,5 mm na prostem v Celju do 6,1 mm v tunelu v Šempetru (preglednica 3). Plodovi z rastlin, vzgojenih v tunelu, so imeli torej debelejši perikarp. Bakker (1989) je poročal, da na debelino perikarpa pri plodovih paprike pomembno vpliva povprečna dnevna temperatura. V njegovih poskusih se je pokazalo, da je perikarp najdebelejši kadar rastline rastejo pri povprečnih dnevni temperaturah 19-21°C, medtem ko je bil pri nižjih ali višjih povprečnih dnevni temperaturah perikarp plodov paprike tanjši.

V vseh treh poskusih so imeli plodovi v fiziološki zrelosti debelejši perikarp kot v tehnološki zrelosti, vendar razlika med obema stopnjama zrelosti za poskus na prostem v Celju ni bila statistično značilna (preglednica 3). Ti rezultati lahko služijo kot razlaga za rezultate o masi

ploda, čeprav podrobnejši pogled na posamezne sorte pokaže, da pri vseh sortah ni bilo tako, kot kaže povprečje vseh sort. V povprečju se je debelina perikarpa od tehnološke do fiziološke zrelosti povečala za 7-17%.

Različne sorte so se statistično značilno razlikovale po debelini perikarpa. V tehnološki zrelosti sta bili v vseh treh poskusih z najdebeljšim perikarpom sorti Red Knight in DRP 4950, v fiziološki zrelosti pa sorta Olympus (preglednica 3).

4 Sklepi

Rezultati poskusov s sortami paprike tipa babure, katerih plodovi so v tehnološki zrelosti obarvani zeleno, v fiziološki zrelosti pa rdeče, kažejo, da je v slovenskih klimatskih razmerah pridelava teh sort paprike na prostem zelo tvegana in da s pridelavo v tunelu tudi v letih z manj ugodnimi vremenskimi pogoji lahko dosežemo dobre pridelke. Pri vzgoji v zaščiteneih prostorih niso večji le pridelki, tudi posamezni plodovi so večji (težji) in imajo debelejši perikarp (meso) ter so zato tržno bolj zanimivi.

Pridelek fiziološko zrelih (rdečih) plodov je nižji od pridelka tehnološko zrelih (zelenih) plodov, čeprav so posamezni fiziološko zreli plodovi običajno težji kot tehnološko zreli plodovi in imajo običajno tudi nekoliko debelejši perikarp.

Med preskušanimi sortami je po pridelku na prostem tako v tehnološki kot v fiziološki zrelosti izstopala sorta Red Knight. Pri pridelavi v zaščitenem prostoru med sortami ni bilo statistično značilnih razlik med pridelki pri nobeni od obeh stopenj zrelosti.

Po masi tržnega ploda je v tehnološki zrelosti nekoliko izstopala sorta Olympus, v fiziološki zrelosti pa sta bili v vseh treh poskusih med sortami z najtežjimi plodovi sorti Red Knight in Lamuyo. Po debelini perikarpa v tehnološki zrelosti ploda sta bili v vseh treh poskusih med sortami z najdebeljšim perikarpom sorti Red Knight in DRP 4950, v fiziološki zrelosti pa sorta Olympus.

5 Literatura

- Bakker, J.C. 1989. The effects of temperature on flowering, fruit set and fruit development of glashouse sweet pepper (*Capsicum annum* L.). *J. Hort. Sci*, 64(3): 313-320
- Bosland, P.W., Votava, E.J. 2000. Peppers: Vegetable and spice Capsicums. CAB International
- Čergan, Z., Zemljič, A., Povše, V., Verbič, J., Dolničar, P., Karče, N., Ugrinović, K. 2002. Preskušanje sort poljščin in vrtnin v Sloveniji v letu 2001. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
- Čergan, Z., Zemljič, A., Povše, V., Verbič, J., Dolničar, P., Kern, M., Ugrinović, K., Škof, M. 2004. Preskušanje sort poljščin in vrtnin v Sloveniji v letu 2003. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana
- Lazić, B., Marković, V., Đurovka, M., Ilin, Ž. 2001. Povrće iz staklenika. Partenon, Beograd, 138-144
- Lešić, R., Borišić, J., Butorac, I., Ćustić, M., Poljak, M., Romić, D. 2002. Povrćarstvo. Agronomski fakultet-Zrinski d.d., Čakovec, 295-317
- Pavlek, P. 1988. Specialno povrćarstvo. Sveučilišna naklada Liber, Zagreb, 152-168
- Rylski, I., Aloni, B., Karni, L., Zaidman, Z. 1994. Flowering, fruit set, fruit development and fruit quality under different environmental conditions in tomato and pepper crops. *Acta Horticultrae*, 366: 45-55
- SURS 2005. Statistični letopis Republike Slovenije 2005. Statistični urad Republike Slovenije, Ljubljana
- Ugrinović, K., Škof, M. 2006. Yield of pepper varieties at technological and physiological maturity. Proceedings of 41st Croatian & 1st International Symposium on Agriculture, 339-340
- Wien, H.C. 1997. Peppers. In: Wien H. C. (ed.). The physiology of vegetable crops. CAB International, 259-293

Vsebnost sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike sorte Bianca F1 (*Capsicum annuum* Bianca F1 L.)

Boštjan PETELINC¹, Robert VEBERČ², Jože OSVALD³

Izvleček

V letu 2004 in 2005 smo izvedli raziskavo o vsebnosti sladkorjev in kislin v plodu paprike gojene na hidroponski način s kontroliranim dodajanjem hranil. Za raziskavo je bila izbrana sorta 'Bianca F1'. Poskus je bil zasnovan kot lončni poskus, v katerem smo preverjali tri različne koncentracije hranilne raztopine in dva različna substrata. Koncentracije hranilne raztopine so bile 1g/l, 2g/l in 3g gnojila/l vode. Substrata sta bila vermikulit in šota. Zanimal nas je vpliv koncentracije hranilne raztopine in vpliv substrata na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike.

Ključne besede: paprika, *Capsicum annuum* 'Bianca F1' L., hidroponika, sladkorji, organske kisline

Contents of sugar and organic acid in pepper fruits cv. 'Binaca F1' (*Capsicum annuum* 'Bianca F1' L.)

Abstract

The research about the contents of sugar and acid in sweet pepper fruits grown on hydroponics system with controlled addition of nutrient has been done in years 2004 and 2005. Sort 'Bianca F1' of sweet pepper was selected for the research. The experiment was planned as pot experiment with three different variations of nutrient solution and two different substratum. The concentration of nutrient solution was 1 g/l, 2 g/l in 3 g/l water. The substratum was vermiculite and peat. We were interested on the influence of concentration and substratum on sugar and acid content in sweet pepper fruits.

Key words: pepper fruits, *Capsicum annuum* 'Bianca F1' L., hydroponics, sugar, organic acid

1 Uvod

Na prodajnih policah se v zadnjih letih pojavlja vse več hrane. Ogromne paprike nenavadnih oblik, barve in okusa so morda paša za oči, a zagotovo ne zadosten vir zdrave prehrane za naš organizem.

Vendar ali so sadeži in ostala hrana, ki jih pridelujejo v današnjem času - zdravi?!

V zadnjem času pridobiva na pomenu predvsem kvaliteta pridelane zelenjave. Glede na rabo sodobnih tehnologij pri pridelavi paprike lahko dobimo pridelke dobre kakovosti, ki ne vplivajo na okolje. Z uporabo kapljičnega sistema namakanja paprike, ki raste na foliji, se lahko ob vsakem zalivanju uporabljajo vodotopna gnojila za dognojevanje. S primernimi koncentracijami gnojil in s pravilnimi razmerji med posameznimi hranili vplivamo na količino sladkorjev in kislin v plodu paprike.

Sorta 'Bianca F1' je zgođen hibrid, ki v Sloveniji velja za standard kakovostne paprike za vzgojo na prostem in v nizkih tunelih. Odlikuje jo zelo dobra rodnost tudi v manj ugodnih vremenskih razmerah (visoke temperature, pomanjkanje svetlobe). Plodovi so lepe štiriprekatne oblike, mase 150-200 g, svetlo voščeno rumene barve in vedno prepoznavni na tržišču kot visoko kvalitetni. Ko plod doseže fiziološko zrelost, preide v rdečo barvo.

¹ Mag., univ. dipl. inž. agr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: petelincboštjan@yahoo.com

² Dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

³ Redni profesor, dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana

V letu 2004/05 je bil opravljen poskus (Petelinc, 2006), ki je pokazal na vpliv koncentracije hranilne raztopine in vpliv rastnega medija rastline na koncentracijo sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike. Sladkorji in kisline vplivajo na okus pridelka. S poznavanjem okusa porabnikov paprike lahko pripravimo pridelek, ki jim bo najbolj ustrezal ob določenem času. Prav tako lahko s poznavanjem vpliva koncentracije hranilne raztopine na pridelek in velikost plodov določimo optimalno koncentracijo za doseganje tržno zanimivih pridelkov primerne velikosti.

S primerno koncentracijo hranilne raztopine na primernem substratu bo mogoče pridelati paprike, ki bi imele ustrezno razmerje med vsebnostjo sladkorjev in kislin.

2 Material in metode dela

Poskusni del raziskave je potekal v steklenjaku na poskusnem polju Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Laboratorijski del pa v laboratoriju na Biotehniške fakultete oddelka za Agronomijo, Katedre za Sadjarstvo. Poskus smo izvajali v letu 2004-2005.

2.1 MATERIAL, VKLJUČEN V POSKUS

Na poskusu smo uporabljali poskusne rastline paprike *Capsicum annuum* 'Bianca F1', lonce za izvedbo poskusa, gnojila za pripravo hranilne raztopine, merilne naprave, naprave za kemično analizo plodov.

2.2 METODE

Poskus je bil zasnovan kot lončni poskus, v katerem smo preverjali tri različne koncentracije hranilne raztopine in dva različna substrata. Koncentracije hranilne raztopine so bile 1g/l, 2g/l in 3g gnojila/l vode. Uporabljali smo že pripravljena hranila za hidroponsko gnojenje Kristalon podjetja Hyrdo Agri Rotterdam, Nizozemska. V prvi fazi smo uporabljali gnojilo z razmerjem 19+6+20+3+Micro, v drugi fazi z razmerjem 18+18+18 in v tretji fazi 6+12+33+3. Substrata sta bila mešanici vermikulita in glinoporja ter šote in glinoporja, v razmerju 70:30. Kemično analizo sladkorjev in kislin smo opravili s HPLC metodo (Dolenc in Štampar, 1997).

3 Rezultati z diskusijo

Rezultati raziskave so pokazali, da se vsebnost sladkorjev in kislin spreminja glede na koncentracijo hranilne raztopine. Oblika substrata statistično gledano ne vpliva na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike. Poskus, ki ga je opravil Podgoršek (2003), je pokazal, da so največjo povprečno vrednost dosegli pri koncentraciji hranilne raztopine 1,5 g/l. Pri obeh poskusih (Podgoršek, 2003 in Petelinc, 2006) je bilo ugotovljeno, da na vsebnost sladkorjev in kislin vpliva koncentracija hranilne raztopine. Ob tem je potrebno vedeti, da poleg koncentracije hranilne raztopine vplivajo na sladkorjev v plodu paprike tudi drugi dejavniki. Močan vpliv ima tudi število plodov ene rastline in masa posameznega plodu (Podgoršek, 2003).

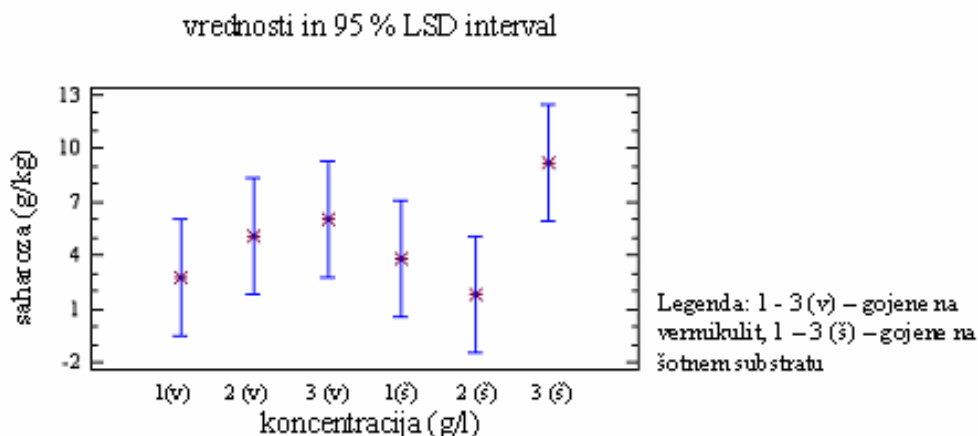
3.1 VSEBNOST SLADKORJEV

3.1.1 Saharoza

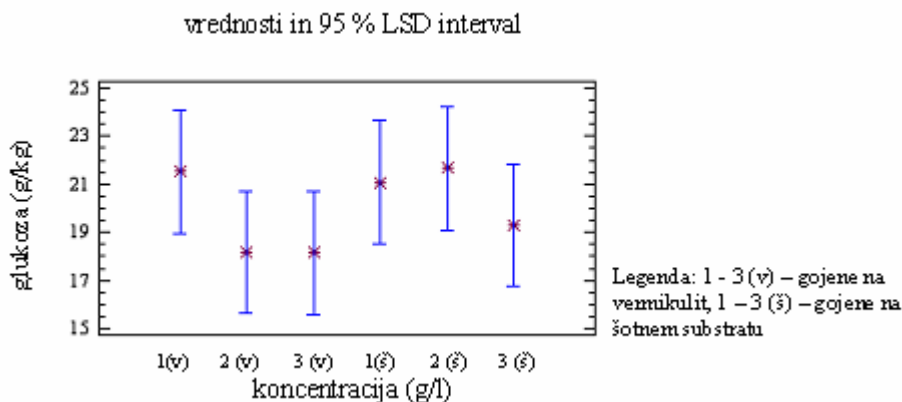
Največjo povprečno koncentracijo saharoze v plodu je 'Bianca F1' dosegla pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu in na šoti. Večje statistično značilne razlike se pojavijo med vsebnosti saharoze, gojene na vermikulitu, in sicer med koncentracijami 1g/l in 2g/l, ter 1g/l in 3g/l.

3.1.2 Glukoza

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo glukoze pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, gojene na vermikulitu, na šoti pa doseže največjo povprečno vrednost pri 2 g/l. Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik (slika 1).



Slika 1: Povprečna koncentracija saharoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo saharoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).



Slika 1: Povprečna koncentracija glukoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo glukoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

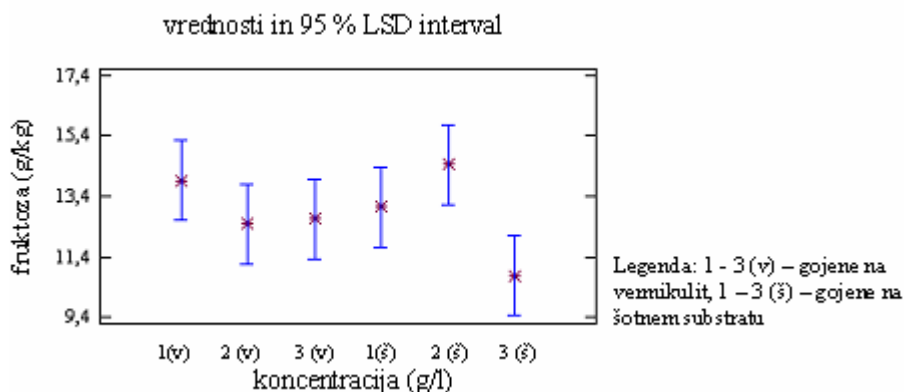
3.1.3 Fruktaza

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo fruktoze pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko je ta vrednost na šoti pri koncentraciji 2 g/l. Med obravnavanji se pojavijo statistično značilne razlike med koncentracijami 1 g/l in 2 g/l ter med 1 g/l in 3 g/l. Te razlike se pojavijo tako pri vermikulitu, kot pri šoti (slika 2).

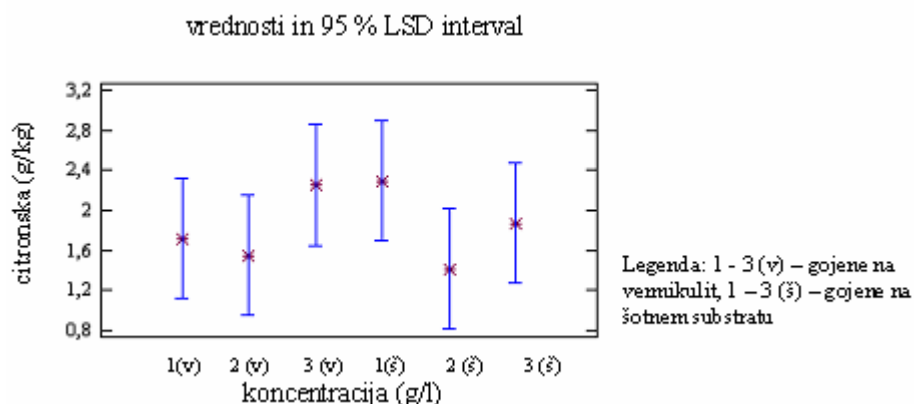
3.2 VSEBNOST ORGANSKIH KISLIN

3.2.1 Citronska kislina

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo citronske kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko je ta vrednost na šoti pri koncentraciji hranilne raztopine 1 g/l. Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik (slika 3).



Slika 2: Povprečna koncentracija fruktoze (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo fruktoze glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).



Slika 3: Povprečna koncentracija citronske kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo citronske kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

3.2.2 Jabolčna kislina

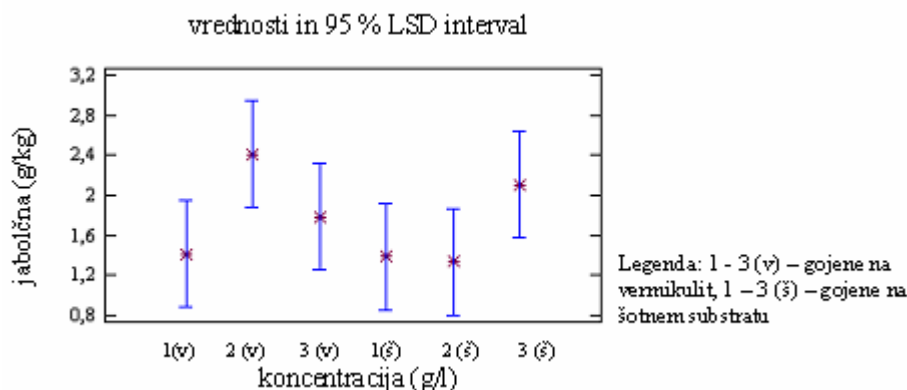
Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo jabolčne kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 2 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko je na šoti ta vrednost pri 3 g/l. Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

3.2.3 Šikimska kislina

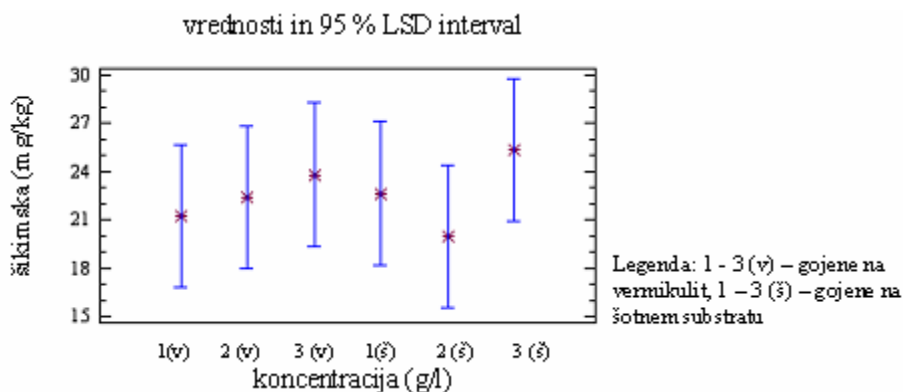
Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo šikimske kisline tako pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, kot na šoti. Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.

3.2.4 Fumarna kislina

Sorta 'Bianca F1' doseže največjo povprečno koncentracijo fumarne kisline pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l vode, gojene na vermikulitu, med tem ko je na šoti najvišja povprečna vrednost dosežena pri 2 g/l. Med obravnavanji ni zaznati statistično značilnih razlik.



Slika 4: Povprečna koncentracija jabolčne kisline (g/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).



Slika 5: Povprečna koncentracija šikimske kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo jabolčne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

4 Sklepi

Razmerje med sladkorji in kislinami je ključnega pomena za dober okus. Z raziskavo smo ugotovili, da je najbolj primerna koncentracija hranil za sorto 'Bianca F1' 1 g/l vode.

Pri tej koncentraciji hranilne raztopine ta tip paprike najboljše uspeva in doseže največjo maso posameznih plodov ter posledično s tem večji in boljši pridelek. Prav tako bolje uspeva na vermikulitu kot na šoti.

Rastline, gojene v vermikulitu so razvile gostejšo koreninsko grudo kot tiste gojene na šoti. Raziskava je še pokazala, da se gostota koreninske grude zmanjšuje z zvišanjem koncentracije hranilne raztopine.

HPLC analiza je pokazala, da so bile največje povprečne vrednosti sladkorjev in kislin v povprečju bile dosežene pri višjih koncentracijah hranilne raztopine. Na vermikulitu je največjo povprečno vrednost saharoze, fruktoze, šikimske in fumarne kisline paprika dosegla

pri koncentraciji hranilne raztopine 3 g/l, jabolčne kisline pri 2 g/l in glukoze ter citronske kisline pa pri 1 g/l hranilne raztopine.

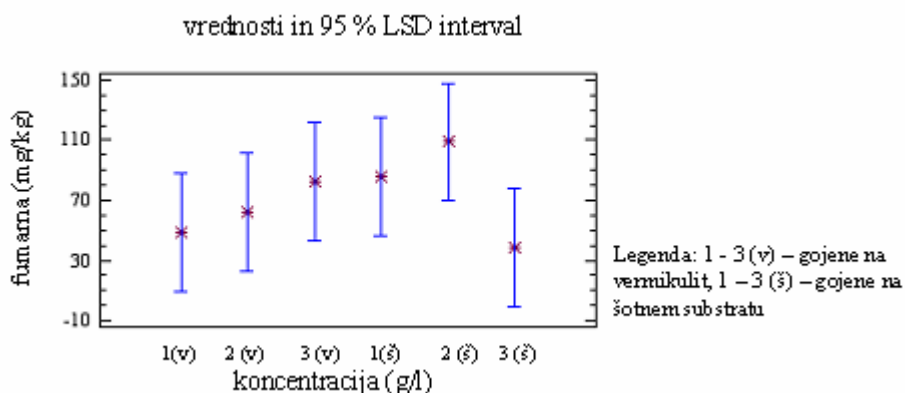
Na šoti so bile omenjene vrednosti še bolj izenačene in sicer je bila največja povprečna vrednost dosežena za saharozo, citronsko, jabolčno in šikimsko kislino pri 3 g/l, med tem ko je bila za glukozo, fruktozo in fumarno kislino ta dosežena pri 2 g/l hranilne raztopine.

Na vsebnost sladkorjev zelo pozitivno vplivajo povečane temperature in intenzivnost sončnega obsevanja.

Na vsebnost kislin pa negativno vpliva zviševanje temperature in intenzivnost sočnega obsevanja.

Rezultati opravljene raziskave potrjujejo tezo, da koncentracija hranilne raztopine vpliva na količino sladkorjev in organskih kislin v plodu paprike.

Če želimo pridelati papriko, ki bo vsebovala čim več sladkorjev in organskih kislin, moramo upoštevati tip plodu, rastne razmere in primerno koncentracijo hranilne raztopine. Za 'Bianca F1' je najbolj primerna koncentracija hranilne raztopine 1 g/l vode. Prav tako je bilo dokazano, da paprikam tipa babura ustreza bolj porozen substrat.



Slika 6: Povprečna koncentracija fumarne kisline (mg/kg) v plodovih pri sorti 'Bianca F1' in 95% LSD intervalu za koncentracijo fumarne kisline glede na koncentracijo hranilne raztopine (g/l).

5 Literatura

- Dolenc K., Štampar, F. 1997. An investigation of the application and contents of analyses of HPLC methods for determining of sugars and organic acid in fruits. Zbornik Biotehniške fakultete, Univerze v Ljubljani, Kmetijstvo, 69: 99-106
- Podgoršek J. 2003. Vpliv koncentracije hranilne raztopine na vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike (*Capsicum annuum* L.). Magistrsko delo, Ljubljana, BF, Oddelek za agronomijo: 90 s.
- Petelinc, B. 2006. Vsebnost sladkorjev in kislin v plodu paprike (*Capsicum annuum* L.) gojene na hidroponski način s kontroliranim dodajanjem hranil. Magistrsko delo, Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo: 98 s.

Vsebnost askorbinske kisline in nitratov v radiču (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*)

Marjan SIMČIČ¹, Anja JANEŠ², Dragan ŽNIDARČIČ³

Izvleček

V raziskavi smo določali vsebnost suhe snovi, askorbinske kisline in nitratov v vzorcih svežega radiča cv. Verona. Analizirali smo zgornji in spodnji del glavic ter kocen. Rezultati so pokazali, da je največja vsebnost suhe snovi v kocenu (18,1 %), najmanjša pa v spodnjem delu glavic (10,9 %). Največja vsebnost askorbinske kisline je v zgornjem delu glavic (23,0 mg/100 g sveže snovi) in najmanjša v kocenu (15,3 mg/100 g sveže snovi). Vsebnost nitratov je največja v spodnjem delu glavic (149,0 mg/kg sveže snovi) in najmanjša v zgornjem delu glavic (87,2 mg/kg sveže snovi). Vsebnost askorbinske kisline je bila večja v delih vzorca, kjer je bila vsebnost nitrata manjša.

Gljučne besede: radič, *Cichorium intybus* L, suha snov, askorbinska kislina, nitrati

The content of ascorbic acid and nitrates in chicory (*Cichorium intybus* L. var. *foliosum*)

Abstract

The goal of research was to determinate the dry matter, ascorbic acid and nitrates content in samples of fresh chicory cv. Verona. The chicory heads were divided into upper and lower part and into stalk. Content of dry matter was the highest in stem (18.1%) and the lowest in lower leaves (10.9%). The highest levels of nitrates were found in lower leaves (149.0 mg/kg fresh matter) and the lowest in upper leaves (87.2 mg/kg fresh matter). Content of ascorbic acid was the lowest in stalk (15.3 mg/100 g fresh matter) and the highest in upper leaves (23.0 mg/100 g fresh matter). The research revealed, that in parts of fresh chicory where content of nitrates was higher, the content of ascorbic acid was lower.

Key words: chicory, *Cichorium intybus* L, dry matter, ascorbic acid, nitrates

1 Uvod

Radič kot solatnica se v Sloveniji goji že več kot sto let. V preteklosti je bilo pridelovanje razširjeno predvsem na Goriškem, na preostalih območjih pa se uveljavlja v vzadnjem času (Žnidarčič in sod., 2004). V zimskem času, to je od decembra do marca, je povpraševanje po radiču največje (Osvald, 1998). Zato je želja proizvajalcev poleg tega, da bi dosegli visok pridelek, tudi to, da bi ob pomanjkanju domače zelenjave v zimskem času ponudili na trgu tudi to kakovostno in zdravju koristno vrtnino. Radič namreč vsebuje veliko tako imenovanih varovalnih komponent (vitamini, minerali in prehranske vlaknine), ki zmanjšujejo tveganje za nastanek civilizacijskih bolezni (Ball, 1998).

Med vitamini ima pomembno vlogo vitamin C ali askorbinska kislina, ki sodi med najpomembnejše antioksidante (Rudan Tasič, 2000). Askorbinska kislina je, poleg tega da preprečuje znane simptome pomanjkanja, tudi eden najpomembnejših lovilcev prostih radikalov. Dnevne potrebe po tem vitaminu so za odraslega človeka v normalnih razmerah od 50 do 70 mg (Smirnoff, 2000). Radič med vsemi vitamini vsebuje največ askorbinske kisline. Poznavanje vsebnosti tega vitamina v posameznih zelenjadnicah pa je prav zaradi njegove

¹ Dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Katedra za tehnologije rastlinskih živil, p.p. 95, 1000 Ljubljana

² Univ. dipl. inž. živ. teh., prav tam

³ Mag., univ. dipl. inž. agr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za vrtnarstvo, p.p. 95, 1000 Ljubljana

občutljivosti za kemijsko in encimsko oksidacijo pomemben kazalec kakovosti živila, obenem pa tudi kazalec, ki pove kako svež je radič (Golob, 2000).

Askorbinska kislina je v sveži zelenjavi tudi pomemben reducent in pripomore k inhibiranju tvorbe nitrozaminov (Machlin in Hueni, 1997). Nitrat ni reaktiven in toksičen, tak pa lahko postane zaradi redukcije v nitrit (Rašeta, 1979; Sofos in Raharjo, 1995). Nitrat se namreč v prebavnem sistemu reducira do nitrita. Nitrit lahko vstopa v reakcije z amini, zato štejejo nitrat za možni prekursor karcinogenih nitrozaminov (Bartsch in Montesano, 1984).

Zelenjava potrebuje nitratre predvsem za to, da lahko iz njih tvori lastne beljakovine. Te reakcije potekajo predvsem v listih in tako je vsebnost nitrata v steblih, listnih pecljih in listnih žilah večja kot v podzemnih delih. Vsebnost nitratov pa se spreminja tudi z vrsto zelenjave. Veliko nitratov vsebujejo predvsem listnate vrtnine (solata, motovilec, endivja, špinača, blitva in kitajski kapus), medtem ko je najmanj nitratov v kumarah, paradižniku in stročnicah (Černe in Vrhovnik, 1992). Za nitratre velja, da jih na dan lahko zaužijemo največ 5 mg na kilogram telesne teže, izraženo kot KNO_3 , oziroma $3,65 \text{ mg NO}_3^-$ iona na kilogram telesne teže. Nitritov lahko zaužijemo na dan le $0,2 \text{ mg}$ na kilogram telesne teže, izraženo kot NaNO_2 , oziroma $0,133 \text{ mg NO}_2^-$ iona na kilogram telesne teže (Jeršek in sod., 2004).

Namen raziskave je bil analizirati nekatere najpomembnejše parametre kakovosti radiča (suha snov, askorbinska kislina in nitrati) kot ene najbolj uporabnih zimskih solatnic.

2 Material in metode dela

Kot vzorčni material smo izbrali radič cv. Verona, ki smo ga pridelali v okolici Strunjana v letu 2003 na peščenoilovnatih tleh. Značilnost tega radiča je polno, kompaktno in nekoliko podaljšano srce, medtem ko je glavna žila bele barve (Osvald, 1979).

Za osnovno obdelavo zemljišča smo uporabili dvobrazdni plug. Na podlagi predhodne analize tal (podatki niso prikazani) smo ob pripravi zemljišče osnovno pognojili s 500 kg/ha kombiniranega gnojila (Multicomb 13-11-20 + mikro elementi). Površina štirih poskusnih parcel je bila 20 m^2 . Sadike smo ročno presajali 30. julija na razdaljo $30 \times 40 \text{ cm}$ (štiri vrste na gredico s trikotno razporeditvijo). Po 10 naključno izbranih rastlin iz vsake parcelice smo pobrali 15. decembra. Vremenske razmere med poskusom se niso bistveno razlikovale od dolgoletnega povprečja.

Vzorke radiča smo skladiščili v hladilnici pri temperaturi 1°C in relativni vlagi 80% . Sedmim naključno izbranim vzorcem radiča smo odstranili ovenele in poškodovane zunanje liste, jih stehali in zabeležili njihovo težo. Potem smo glavico radiča razrezali na tri dele (zgornji del, spodnji del in kocen).

Suho snov smo določali s klasičnim sušenjem (3 ure) pri 105°C do konstantne mase. Meritve vsebnosti suhe snovi smo opravili v času od 13. 02. 2003 do 17. 04. 2003.

Določanje askorbinske kisline: zatehtali smo 4 g označenega dela vzorca v stekleno epruveto in dodali 8 g raztopine 2-odstotne metafosforne kisline ter homogenizirali z Ultraturax-om T25 (vrh korenine 3 minute pri 24000 obratih, spodnji in zgornji del glavice pa 2 minuti pri 9500 obratih). Ostanek vzorca smo izprali s 4 g 2-odstotne metafosforne kisline in epruveto pokrili s parafilmom. Vzorke smo pustili 1 uro pri sobni temperaturi, nato smo jih prelili v centrifugirke in centrifugirali pri 3000 obratih 15 minut. Supernatant smo prelili v centrifugirke Eppendorf in zamrznili pri $T = -18^\circ\text{C}$. Pred analizo smo vzorce odtajali pri sobni temperaturi in jih ponovno centrifugirali 15 minut pri 14000 obratih. Nato smo supernatant filtrirali prek celulozaacetatnega filtra (Milipore $0,45 \mu\text{m}$) tako, da smo prve mililitre filtrata zavrgli, ostalo pa shranili v vialo in analizirali z metodo HPLC.

Priprava standarda: v bučko smo zatehtali 10 mg askorbinske kisline L(+) in dodali 100 ml 2-odstotne raztopine metafosforne kisline.

Kromatografski pogoji: gradientna črpalka *Maxi Star*, *Knauer*; kolona: *Aminex HPX – 87 H*, *300 x 7,8 mm*; *Bio-Rad*; mobilna faza: $0,004\text{ M H}_2\text{SO}_4$; pretok mobilne faze: $0,6\text{ ml/min}$; volumen injiciranja: $10\text{ }\mu\text{l}$; detektor: *UV – VIS*, 245 nm , *Knauer*.

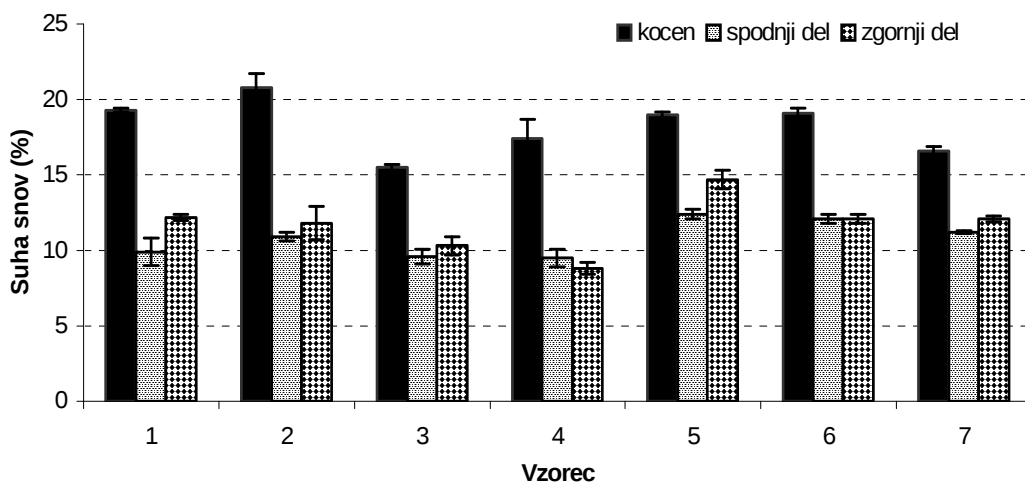
Izračun koncentracije askorbinske kisline: s standardi smo lahko določili formulo umeritvene krivulje ($y = 7,2979x + 21,582$; y = površina spektroskopskega vrha vzorca pri ustrezni konc.; x = koncentracija askorbinske kisline [mg/l]). S pomočjo umeritvene krivulje smo izračunali vsebnost askorbinske kisline v vzorcu radiča pri predpostavki, da je gostota homogeniziranega vzorca enaka $1,0\text{ kg/l}$, iz česar sledi, da je koncentracija askorbinske kisline v mg/l enaka vsebnosti askorbinske kisline v mg/kg .

Določanje koncentracije nitratov: vzorce smo sesekljali v sekljalniku *Moulinex*. Potem smo v čašo zatehtali okoli $2,5\text{ g}$ vzorca, mu dodali 30 ml bidestilirane vode s temperaturo $70\text{ }^\circ\text{C}$ ter čašo postavili v kopel s temperaturo od 60 do $70\text{ }^\circ\text{C}$. Aparaturo teactor *1024 shaking bath* smo nastavili na tretjo stopnjo stresanja. Po 15 minutah smo vzorce ohladili pri sobni temperaturi, jih kvantitativno prenesli v 100 ml bučke, dopolnili do oznake z bidestilirano vodo, prefiltrirali prek najbolj grobega filtrnega papirja in v centrifugirkah *Eppendorf* zamrznili pri $T = -18\text{ }^\circ\text{C}$. Nitrate smo reducirali do nitritov s hidrazin-bakrovim sulfatom. Nitriti so reagirali s sulfanilamidom in tvorili diazo spojine. Te so reagirale z *N*-naftiletlen diamini dikloridom in tvorile purpurno barvilo. Intenziteto purpurne barve, ki je nastala v reakciji, smo izmerili na aparatu *technicon autoanalyzer II* pri 520 nm .

Statistično značilne razlike smo preverjali z *Duncanovim* testom, pri katerem smo upoštevali 5 -odstotno tveganje.

3 Rezultati z diskusijo

Kocen je vseboval v primerjavi s preostalima deloma rastline statistično značilno največ suhe snovi ($18,1\text{ }\%$). Razlike v suhi snovi med zgornjim in spodnjim delom listne rozete so bile zanemarljive; zgornji del je vseboval $10,9\text{ }\%$, spodnji pa $11,8\text{ }\%$ suhe snovi (slika 1).



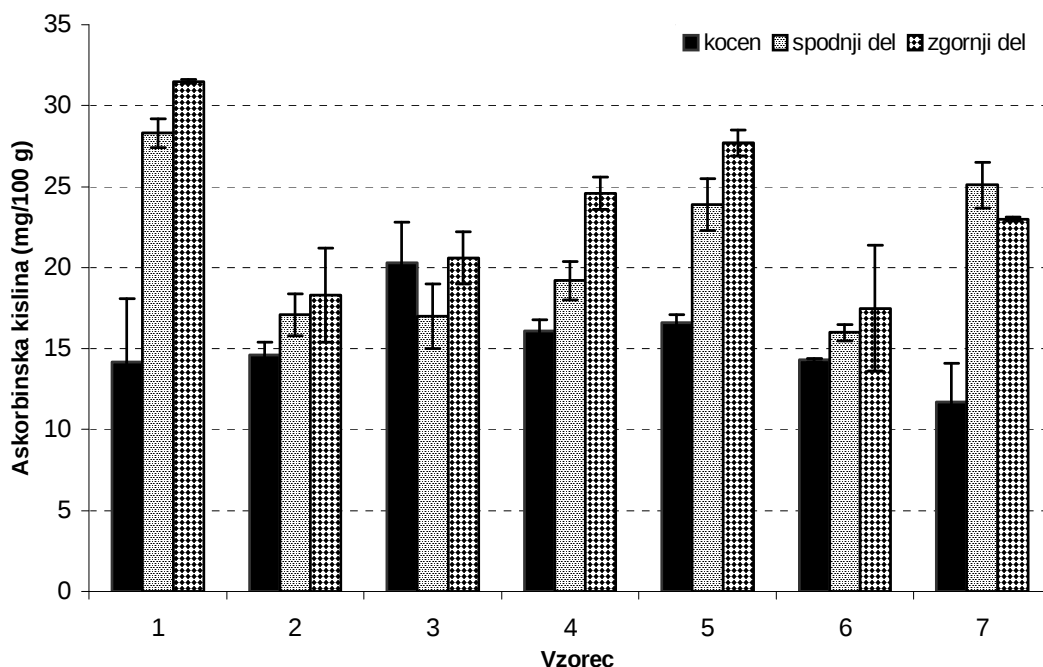
Slika 1: Vsebnosti suhe snovi v kocenu, spodnjem in zgornjem delu radiča v odstotkih

Minimalna vrednost suhe snovi v kocenu je znašala $15,5\text{ }\%$, maksimalna $20,8\text{ }\%$. Za spodnji del radiča so bile te vrednosti $9,5\text{ }\%$ oziroma $12,4\text{ }\%$, za zgornji del pa $8,8\text{ }\%$, oziroma $14,7\text{ }\%$. Povprečje standardnih odklonov je bilo v kocenu $0,5$, v spodnjem delu $0,8$ in v zgornjem delu

0,5.

Slika 2 prikazuje vrednost askorbinske kisline v radiču. Povprečna vsebnost kisline je znašala 15,4 mg/100 g vzorca; minimalna vsebnost je bila 11,7 mg/100 g in maksimalna 20,3 mg/100 g. Dobljeni rezultati se ujemajo z analizami, ki so že bile opravljene na radiču (Černe in Vrhovnik, 1992).

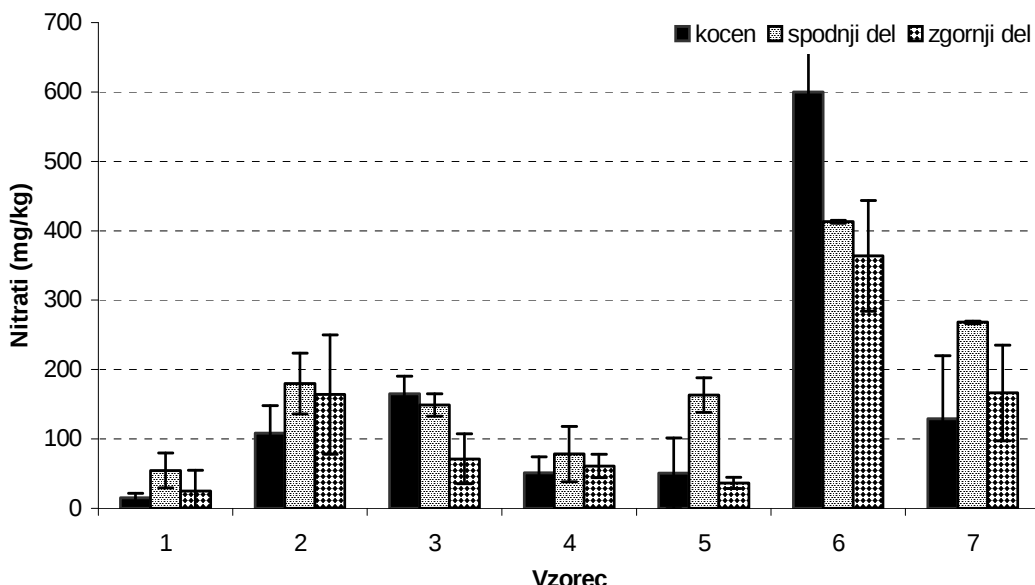
Vrednosti v spodnjem delu so se gibale v območju od 16,0 mg/100 g do 28,3 mg/100 g, povprečna vrednost je znašala 21,0 mg/100 g vzorca. Minimalna vrednost vsebnosti askorbinske kisline v zgornjem delu radiča je bila 17,5 mg/100 g, medtem ko je maksimalna vrednost znašala 31,5 mg/100 g, povprečje pa je bilo 23,3 mg/100 g. Povprečna vsebnost kisline v kocu je bila 15,3 mg/100 g sveže mase in se je gibala med 11,7 in 20,3 mg/100 g sveže mase. S statistično analizo nismo zaznali značilnih razlik med zgornjim in spodnjim delom radiča medtem, ko sta bili obe vrednosti značilno višji od vrednosti v kocu.



Slika 2: Vsebnost askorbinske kisline v kocu, spodnjem in zgornjem delu radiča v mg/100 g sveže mase

Kot je razvidno iz slike 3, se je vrednost vsebnosti nitrata v kocu gibala v območju od 15,1 do 600 mg/kg, hkrati se je večina vzorcev gibala v območju do 200 mg/kg. Povprečna vrednost je bila 135 mg nitrata na kilogram vzorca, ob tem da smo izvzeli vzorec št. 6, katerega vrednost je znašala kar 600 mg/kg. Povprečna vsebnost nitrata v spodnjem delu radiča je bila 149 mg/kg in se je gibala od 54,5 mg/kg do 413 mg/kg. Tudi v tem primeru smo zaradi ekstremne vrednosti vsebnosti nitrata izvzeli vzorec št. 6. Povprečna vrednost vsebnosti nitrata v zgornjem delu radiča je znašala 87,2 mg/kg; sicer pa so se te vrednosti gibale v območju od 24,7 mg/kg do 364 mg/kg, tudi v tem primeru brez vzorca št. 6. S statistično analizo smo dokazali, da med kocenom in spodnjim delom ni značilnih razlik v vsebnosti nitrata, medtem ko sta bili obe vrednosti značilno višji od vrednosti v zgornjem delu radiča. Po navedbah nekaterih avtorjev (Demšar, 2003) naj bi askorbinska kislina povečala aktivnost

in sintezo encima nitrat reduktaze. S tem naj bi se zmanjšala vsebnost nitratov v rastlini. V naši raziskavi med vsebnostjo askorbinske kisline in vsebnostjo nitrata v posameznem vzorcu nismo našli statistično značilne povezave ($y = -0,254x + 26,13$; $R^2 = 0,4$). Obstaja samo tendenca manjše vsebnosti askorbinske kisline pri vzorcih z večjo vsebnostjo nitrata v listih.



Slika 3: Vsebnost nitrata v kocenu, spodnjem in zgornjem delu radiča v mg/kg sveže mase

4 Sklepi

Na podlagi opravljenega dela lahko povzamemo naslednje sklepe:

- največja vsebnost suhe snovi je v kocenu radiča, medtem ko je razlika med spodnjim in zgornjim delom glavic minimalna. Sklepamo lahko, da je zaradi žilnega sistema, ki je v tem delu radiča zelo razvit, vsebnost suhe snovi najmanjša v spodnjem delu glavic. Spodnji del glavic ima namreč manjšo površino in je bolj zaščiteno pred izhlapevanjem kot zgornji del;
- največ askorbinske kisline je v zgornjem delu in najmanj v kocenu radiča. Vzrok za večjo vsebnost vitamina v zgornjem delu radiča je verjetno sončna osvetlitev, saj zgornji del med rastjo prejme več svetlobe kot spodnji del in kocen. Vsebnost askorbinske kisline je odvisna med drugim tudi od časa in razmer pri skladiščenju (Golob, 2000) ter od sončne svetlobe, ki jo del rastline prejme med rastjo (Basu in Dickerson, 1996). Glede na priporočila po vnosu askorbinske kisline bi moral odrasel človek zaužiti okoli 500 g radiča, da bi zadostil dnevnim potrebam po tem vitaminu;
- povprečne vrednosti nitratov v radiču kažejo na najmanjšo vsebnost v zgornjem delu radiča. Preveč vlage, premalo svetlobe in previsoke temperature povzročijo, da se dušik, ki ga rastlina sprejme, ne vgrajuje v beljakovine, ampak ostaja v celičnem soku kot nitratni ion (Černe in Vrhovnik, 1992). Zgornji del radiča dobiva med rastjo več svetlobe kot spodnji in so zato vrednosti nitrata v spodnjem delu radiča višje. K temu pa prispeva tudi žilni sistem, ki ga je več v spodnjem kot v zgornjem delu. Na sprejem nitrata vplivajo številni dejavniki. Ob zmanjšani jakosti osvetlitve se zaradi zmanjšane asimilacije zmanjša sprejem dušika v rastline. Zato se zmanjša aktivnost za redukcijo nitrata, to pa povzroči povečanje akumulacije nitrata v rastlini (Demšar, 2003);

- analize kažejo, da obstaja tendenca, da deli radiča, ki v povprečju vsebujejo več askorbinske kisline, vsebujejo manj nitrata in nasprotno.

5 Literatura

- Ball, G. F. M. 1998. Bioavailability and analysis of vitamins in foods. London, Chapman And Hall: 517-560
- Bartsch, H., Montesano, R. 1984. Relevance of nitrosamines to human cancer. *Carcinogenesis*, 5, 11: 1381-1393
- Basu, T. K., Dickerson, J. W. T. 1996. Vitamins in human health and disease. Wallingford, CAB International: 125-146
- Černe, M., Vrhovnik, I. 1992. Vrtnine, vir zdravja in naša hrana. Ljubljana, Kmečki glas: 16-63
- Demšar, J. 2003. Zmanjševanje vsebnosti nitrata v aeroponsko gojeni solati (*Lactuca sativa* 'Vanity') s prilagajanjem koncentracije hranilne raztopine svetlobnim razmeram. Dok. Dis. Ljubljana, Biotehniška Fakulteta, Oddelek za agronomijo, 135 s.
- Golob, T. 2000. Vsebnost vitamina C v zelenjavi v zimskem času. *Sod. kmet.*, 33, 11/12: 484-485
- Jeršek, B., Poklar Ulrih, N., Dekleva, N., Sever, D. 2004. Kemijski dejavniki tveganja v živilih in njihov nadzor. V: Varnost živil. 22. Bitenčevi živilski dnevi 2004, Radenci, 18-19 mar. 2004. Gašperlin L., Žlender B. (ur.). Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, 49 s.
- Machlin, L.J., Hueni, J. E. S. 1997. Vitamins basics. 2nd ed. Basel, F. Hoffmann- La Roche Ltd: 21-24
- Osvald, J. 1979. Pridelovanje radiča. *Moj mali svet*, 10, 5: 24-25
- Osvald, J. 1998. Rajonizacija pridelovanja vrtnin v Sloveniji. Zaključno poročilo. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, 23 s.
- Rašeta J. 1979. Ispitivanje mogućnosti smanjenja količine nitrata u proizvodnji barenih kobasica. V: Nitriti in nitrati v predelavi mesa. Portorož, 4.-6. oktober, Ljubljana, SOZD hp- združena podjetja živilske industrije: 107-117
- 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
- Smirnoff, N. 2000. Ascorbic acid: metabolism and functions of a multi-facetted molecule. *Current Opinion in Planet Biology*, 3: 229-235
- Sofos, J.N., Raharjo, S. 1995. Curing agents. V: Maga J.A. ed., Tu A.T. ed. Food additive toxicology. New York, Basel, Hong Kong, Marcel Decker, Inc.: 235-267
- Žnidarčič, D., Osvald, J., Trdan, S. 2004. Plant characteristics for distinction of red chicory (*Cichorium intybus* L. var. *silvestre* Bisch.) cultivars grown in central Slovenia. *Acta agric. Slov.*, 83, 2: 251-260

Metode za zaščito kmetijskih rastlin pred pozebo

Zalika ČREPINŠEK¹, Lučka KAJFEŽ-BOGATAJ², Ana ŽUST³

Izvleček

Nevarnost pozebe je pomemben dejavnik v kmetijski pridelavi. Negativne temperature vplivajo na skrajšanje rastne dobe in zmanjšanje količine in kakovosti pridelkov. V prispevku so obravnavane glavne pasivne metode za zaščito kmetijskih rastlin pred pozebo, ki jih uvajamo preventivno, pred pojavom nizkih temperatur, da bi na ta način pridelovalcem zagotovili cenovno ugodnejšo zaščito. Kratko je podan tudi pregled aktivnih metod, katere uporabimo v primeru neposredne nevarnosti pozebe, da z njimi ublažimo učinek negativnih temperatur. Za izbrane klimatske postaje po Sloveniji so podani datumi zadnjih spomladanskih in prvih jesenskih slan za obdobje 1961-2005.

Ključne besede: pozeba, aktivna in pasivna zaščita, kmetijstvo, Slovenija

Frost protection methods for agricultural crops

Abstract

Frost risk is an important fact for agricultural practice. Freezing temperatures restrict the length of the growing season and have negative impacts on quantity and quality of yield. The main methods of passive frost protection, that are done in advance of a frost risk, are discussed to provide growers with most cost-effective methods of frost protection. A short review about active frost protection is also given, that is done during direct frost risk to mitigate the effects of subzero temperatures. For selected climatic stations in Slovenia last spring and first autumnal frosts are presented for the period 1961-2005.

Key words: frost, active and passive protection, agriculture, Slovenia

1 Uvod

Podnebje, tla in rastlina so v naravi neločljivo povezani drug z drugim. Kmetijska pridelava je neposredno odvisna od vremenskih razmer v določeni vegetacijski dobi in podnebja nasploh, pri čemer so temperature in padavinske razmere tiste, ki najodločilneje vplivajo na kvaliteto in kvantiteto pridelka. V svetu ocenjujejo, da ob obstoječi podnebni variabilnosti letno 5–15% kmetijske pridelave uničijo pozebe. Slovensko kmetijstvo vsako leto prizadenejo ekstremni vremenski dogodki, po statističnih podatkih pa so v obdobju od 1995–2005 največ škode med naravnimi nesrečami povzročile suše, neurja, toče in pozebe. V omenjenem obdobju je znašala ocenjena škoda zaradi pozebe preko 12 milijard SIT, slovenski kmetijski prostor pa so v zadnjih desetih letih prizadele kar štiri hude pozebe (1997, 2001, 2003, 2005). V posameznih letih je delež škode zaradi pozebe glede na skupno škodo zaradi naravnih nesreč lahko precej velik. Tako je leta 1997 znašal delež škode zaradi pozebe 27%, leta 2001 pa 24% glede na skupno škodo zaradi naravnih nesreč (SURS, 2006). Nevarnost ohladitev pod kritične temperature v rastni dobi predstavlja pomemben omejitveni dejavnik v slovenskem kmetijskem prostoru, zato je pomembno poznati metode za izboljšanje gojitvenega okolja s spreminjanjem mikroklimatskih razmer. Mednje uvrščamo tudi metode za zaščito rastlin pred pozebo.

Pri proučevanju vpliva nizkih temperatur na kmetijske rastline je potrebno razlikovati izraza slana in pozeba. **Slana** je meteorološki izraz za fizikalni pojav, pri katerem se pri negativnih

¹ Dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1001 Ljubljana, e-pošta: zalika.crepinsek@bf.uni-lj.si

² Prof., dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 95, 1001 Ljubljana

³ Univ. dipl. inž. agr., Agencija republike Slovenije za okolje, Vojkova 1b, 1000 Ljubljana

temperaturah odvečna vodna para iz nasičenega zraka izloči v obliki drobnih kristalov ledu na predmetih, rastlinah ali površini tal. **Pozeba** označuje fiziološki pojav poškodb rastlin, do katerih pride zaradi nizkih temperatur. Pri tem ni nujno, da se temperatura spusti pod ledišče vode, saj nekatere občutljive rastline pozebejo že pri temperaturah malo nad 0°C, prav tako pa lahko do pozebe rastlin pri negativnih temperaturah pride brez pojava slane (t.i. 'črni mraz'). Za rastline so nevarne jesenske, zimske in pomladanske ohladitve. Jesenske pozebe, če se pojavijo zgodaj, preden je zaključena vegetacija, lahko uničijo pridelek in povzročijo precejšnje škode v poljedelstvu ali pri pridelavi okrasnih rastlin. Pozimi so nevarne ekstremno nizke temperature, predvsem kadar se pojavljajo z izmeničnimi otoplitvami. Najnevarnejše in tudi najpogostejše so spomladanske ohladitve, ki se pojavljajo, ko so rastline v najbolj občutljivi fazi razvoja (cvetenje).

Za nastanek slane morata biti izpolnjena dva pogoja: prisotnost dovolj hladnega zraka in možnost močnejšega dodatnega ohlajanja. Spomladi in jeseni smo pogosto priča prodorom polarnega zraka z nizkimi temperaturami. Glede na nastanek slane razlikujemo: radiacijske, advektivne in advektivno-radiacijske slane. **Radiacijska slana** nastane ob jasnem in mirnem vremenu, ko površina tal izgublja toploto z dolgovalovnim sevanjem (radiacijo) in pride do talne temperaturne inverzije, pri kateri je temperatura zraka pri tleh nižja od temperature v višjih legah. Ker se hladen zrak akumulira pri tleh, ta tip slane prizadene nižje lege. Z omenjenim stanjem se pogosto srečujemo v času poznih spomladanskih in zgodnjih jesenskih slan, ko omenjena temperaturna inverzija traja ponoči okrog 5-6 ur, in se konča po sončnem vzhodu, zato imajo radiacijske slane močno lokalni značaj (Penzar in Penzar, 2000). **Advektivna slana** nastane zaradi vdora hladnih zračnih mas preko srednje Evrope v Slovenijo. V takšnem primeru zajame ohladičev širše območje, zato lokalni dejavniki nimajo večjega vpliva na pojav pozebe. Ker gre za obsežne zračne mase, so tudi razlike v temperaturi pri tleh in v višjih plasteh zanemarljive. Najnižje temperature se običajno pojavljajo na sredini ali v višjih delih pobočij, ki so odprta in izpostavljena vetru (Snyder in de Melo-Abreu, 2005). Advektivna slana se pojavlja najpogostejše na začetku pomladi in na koncu jeseni, traja pa lahko več dni skupaj in povzroči veliko škodo (Gerjevič, 2000). **Advektivno-radiacijska slana**, pri kateri se združita zgoraj opisana pojava ali pa si sledita, povzroča najhujše pozebe, ohladičev pa se pojavi v drugi polovici noči in traja 3-4 ure. Največ poznih spomladanskih in zgodnjih jesenskih slan po raziskavah pripada zadnjemu opisanemu tipu slan.

2 Metode za zaščito rastlin pred pozebo

V okviru agrometeorološke dejavnosti na Agenciji republike Slovenije za okolje spremljajo temperature razmere v rastni dobi hkrati s fenološkim razvojem rastlin. Pravočasna napoved vremenskih razmer ter minimalnih temperatur zraka omogoča izdajanje opozoril pred nevarnostjo pozebe. Pravočasna napoved slane oziroma minimalnih temperatur je v kmetijstvu pomembna tako v spomladanskem kot tudi jesenskem času, da lahko umetno preprečimo nastanek slane ali rastline zaščitimo. Metode za zaščito rastlin pred pozebo so lahko pasivne (preventivne) in aktivne (neposredne), pregled glavnih metod je prikazan v preglednici 1.

2.1 PASIVNE ALI PREVENTIVNE METODE

S pasivnimi metodami se želimo vnaprej (preventivno) izogniti potrebi po aktivni zaščiti rastlin pred pozebo. So priporočljivejše kot aktivne, saj z njimi dolgoročno rešujemo probleme pozebe rastlin, v večini primerov pa so tudi cenejše od aktivne obrambe proti pozebi.

Preglednica 1: Pregled pasivnih in aktivnih metod za zaščito rastlin pred pozebo

PASIVNE (PREVENTIVNE METODE)	
Biološke metode	Selekcija in vzgoja rastlin, odpornih na nizke temperature
	Tretiranje semen s kemičnimi sredstvi
	Uravnavanje razvoja rastlin
	Izbira primerne časa setve
Ekološke metode	Rastni regulatorji in ostala kemična sredstva
	Izbira ustrezne lokacije
	Sprememba mikroklimske lokacije
	Kontrola prehrane rastlin
	Obdelava tal
Izbira ustreznih agrotehničnih ukrepov (mulčenje, namakanje, rez)	
AKTIVNE (NEPOSREDNE) METODE	
Prekrivanje rastlin	Organski materiali
	Uporaba umetnih prekrival
Preprečevanje toplotnih izgub	Tvorba dimnih zaves
	Tvorba umetne megle
Uporaba vode	Oroševanje, površinsko namakanje
Uporaba grelcev	Trda goriva, tekoča goriva, propan
Uporaba ventilatorjev	Horizontalni ali vertikalni ventilatorji
	Helikopterji
Kombinirane metode	Ventilatorji in grelci
	Ventilatorji in voda

Izbira ustrezne lokacije

Kadar izbiramo lokacijo za novo rastlinsko pridelavo, najsi gre za trajne nasade ali pridelavo enoletnih kultur, bi naj bil prvi korak **pogovor z lokalnimi prebivalci** (pridelovalci) o tem, katere vrste in sorte so primerne za določeno pridelovalno območje. Pogosto nam lahko na osnovi dolgoletnih izkušenj tudi povedo, katere lokacije so morda problematične (pogosto so pozebe zmerne in prizadenejo le izpostavljene lege). Izogibati se je treba predelom, kjer se najprej pojavljajo nizke, talne megle, ki se podobno kot radiacijske slane pojavljajo na najhladnejših točkah.

Druga pomembna stvar pri določitvi ustrezne lokacije je **analiza klimatskih podatkov**, ki pokaže temperaturne razmere in verjetnost pojava pozebe. V preglednici 2 so kot ilustracija takšne analize prikazani datumi zadnjih spomladanskih in prvih jesenskih slan ter njihova variabilnost za dolgoletno povprečje za večje število postaj, ki so na klimatsko različnih predelih Slovenije, za iste postaje pa je na sliki 1 prikazano tudi povprečno število dni med zadnjo spomladansko in prvo jesensko slano. Pri tem velja omeniti, da gre za datume, ko je bila temperatura zraka spomladi zadnjič in jeseni prvič nižja od 0°C. Dejansko gre v takem primeru za slano, ni pa nujno, da so nastopile tudi poškodbe rastlin (pozeba), saj na mraz odporne rastline lahko pozebejo šele pri nižjih temperaturah. Obdobje med zadnjo spomladansko in prvo jesensko slano je eden izmed načinov definiranja vegetacijske dobe in s tega vidika pomemben agrometeorološki parameter. Zaradi velike geografske raznolikosti Slovenije povprečje zadnje spomladanske slane kot tudi prve jesenske slane precej niha. Tako se na primer pojavlja zadnja spomladanska slana v Ratečah redno še sredi maja, medtem ko je v Slapu pri Vipavi po koncu marca verjetnost za pojav slane minimalna. Tudi jeseni se v povprečju najprej spustijo temperature pod 0°C v Ratečah in to že konec septembra, medtem ko se prva jesenska slana pojavi v Slapu pri Vipavi v povprečju šele sredi novembra.

Preglednica 2: Datumi zadnjih spomladanskih in prvih jesenskih slan ter njihov variacijski razpon (VR, število dni) v obdobju 1961-2005 (ARSO, 2006)

Postaja	Zadnja spomladanska slana				Prva jesenska slana			
	Povprečje (datum)	Najbolj zgodaj (datum)	Najkasneje (datum)	VR	Povprečje (datum)	Najbolj zgodaj (datum)	Najkasneje (datum)	VR
Brnik	29.04.	06.04.	12.06.	67	16.10.	14.09.	09.11.	56
Rateče	15.05.	09.04.	13.06.	65	27.09.	21.08.	31.10.	71
Bilje	07.04.	06.03.	06.05.	61	02.11.	18.09.	19.12.	92
Slap	26.03.	08.02.	02.05.	83	14.11.	17.10.	19.12.	63
Godnje	06.04.	25.02.	06.05.	70	05.11.	29.09.	13.12.	75
Postojna	01.05.	04.04.	30.05.	56	17.10.	01.09.	13.11.	73
Ljubljana	11.04.	08.03.	12.05.	65	01.11.	29.09.	29.11.	61
Sevno	14.04.	01.03.	20.05.	80	03.11.	27.09.	16.12.	80
Bizeljsko	15.04.	15.03.	12.05.	58	25.10.	29.09.	29.11.	61
N. mesto	19.04.	24.03.	12.05.	49	25.10.	17.09.	29.11.	73
Velenje	14.04.	15.03.	12.05.	58	29.10.	29.09.	30.11.	62
Starše	20.04.	10.03.	05.06.	87	20.10.	18.09.	29.11.	72
Maribor	10.04.	06.03.	21.05.	76	28.10.	29.09.	24.11.	56
Šmartno	04.05.	08.04.	07.06.	60	12.10.	08.09.	09.11.	62
Polički v.	23.04.	22.03.	12.05.	51	18.10.	18.09.	13.11.	56
Jeruzalem	31.03.	18.02.	12.05.	83	07.11.	09.10.	13.12.	65
M. Sobota	22.04.	22.03.	02.06.	72	17.10.	17.09.	18.11.	62
V. Dolenci	12.04.	28.02.	21.05.	82	26.10.	29.09.	24.11.	56

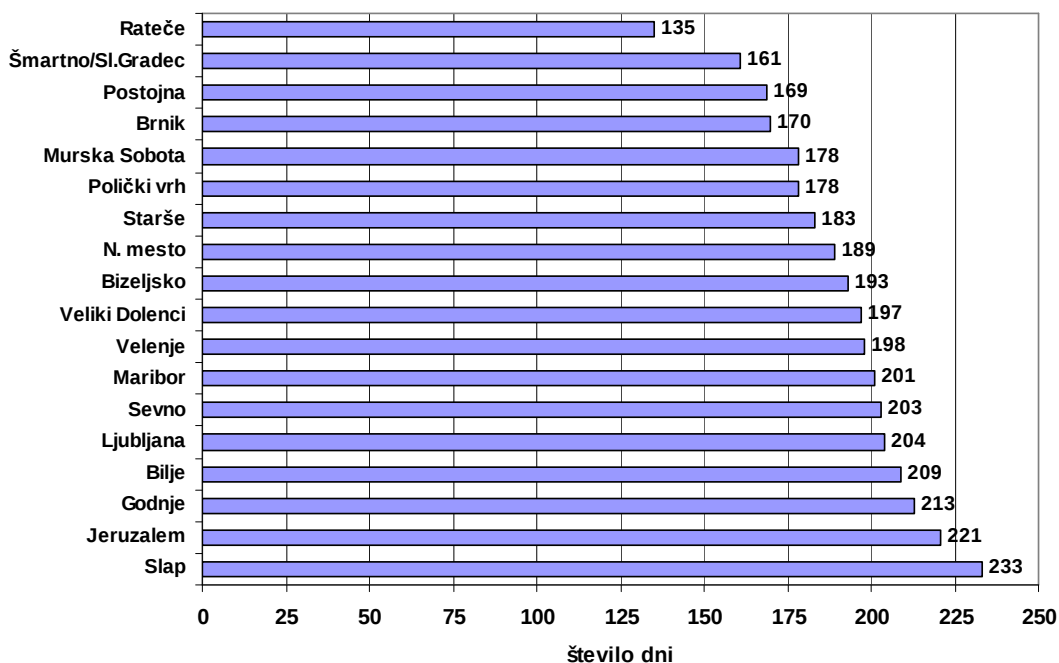
Na osnovi podatkov o prvih in zadnjih slanh lahko izračunamo število dni brez slane, ki znaša v Ratečah samo 135 dni, v Slapu pa 233 dni (slika 1). Ti podatki so praktično uporabni pri načrtovanju rastlinske proizvodnje, saj povedo, ali je lokacija primerna za pridelovanje določene kulture. Seveda pa se moramo zavedati, da so v preglednici 2 podane samo povprečne vrednosti, ki lahko v posameznem letu bistveno odstopajo. Na postaji Slap je najkasnejša spomladanska slana nastopila v začetku maja, v najugodnejšem letu glede nevarnosti pozebe pa se je zadnjič pojavila v prvi dekadi februarja, kar znaša 83 dni razlike.

Na lokacijah, kjer imamo omejeno število klimatskih podatkov ali pa jih sploh ni, je priporočljivo opravljati meritve minimalnih temperatur vsaj eno rastno dobo, preden se odločimo za pridelavo in tvegamo izgube pridelka zaradi pozebe, priporočljive pa so tudi meritve relativne zračne vlage, hitrosti ter smeri vetra. Pri izbiri lokacije je potrebno upoštevati še veliko število ostalih dejavnikov, kot so: **topografija terena**, saj je od nje odvisno spuščanje mrzlega, težjega zraka na nižje predele; **prisotnost večjih vodnih akumulacij**, jezer ali morja zmanjšuje pogostnost pozeb; **skalni masivi ali višja drevesa** lahko ovirajo odtok (t.i. drenažo) hladnega zraka in povečujejo nevarnost pozeb, **talni tip** vpliva na toplotno vsebino tal in s tem tudi na nočne temperature zraka pri tleh; **lega in nagnjenost terena** vplivata na zgodnost cvetenja. Zavedati se moramo, da je vsaka lokacija edinstvena, zato je potrebno za vsako posebej preučiti njene prednosti in pomanjkljivosti glede na želeno rastlinsko pridelavo.

Drenaža hladnega zraka

Mrzel zrak je gostejši od toplega in s tem težji, zato se podobno kot voda steka v nižje predele. Za usmerjanje toka hladnega zraka lahko uporabimo drevesne pregrade, nasipe iz zemlje, kopice sena ali masivne ograje. Velikokrat se zgodi, da stavbe, žive meje ali dvignjena

cestišča preprečujejo odtok hladnega zraka s polja in tako povečujejo nevarnost pozebe, pogosto se lokalna topografija spremeni zaradi gradbenih del. Ena izmed možnosti, kako ugotovimo smer gibanja hladnega zraka navzdol, je uporaba dimnih bomb. Ko poznamo vzorec gibanja zraka, lahko pravilno namestimo ovire, ki zagotavljajo večjo stopnjo zaščite.



Slika 1: Povprečno število dni med zadnjo spomladansko in prvo jesensko slano za obdobje 1961-2005

Tip tal, vsebnost vode v tleh, namakanje

Na klimatsko in topografsko homogenem področju so pridelovalci večkrat pričali o razlikah v pogostnosti in intenziteti pozeb, ki se zdijo na prvi pogled nerazložljive. Možni razlogi za takšne razlike so lahko razlike v tipu tal, pokrovnosti tal, vsebnosti vode v tleh in koncentraciji INA (ice-nucleation active) bakterij, ki pospešujejo nastanek ledenih kristalov na površini rastlin. Talni tip je vsekakor pomemben dejavnik pri izbiri primerne lokacije, na primer na nedavno izsušenih močvirnatih predelih je nevarnost nizkih temperatur velika. V suhih tleh z veliko vsebnostjo organske snovi je blizu površine zmanjšana toplotna prevodnost in s tem toplotna kapaciteta, kar vpliva na nižje minimalne temperature pri tleh. Če takšna tla zmešamo z mineralnimi tlemi, se lahko minimalne temperature pri tleh zvišajo za 1–3°C (Snyder in Connell, 1993). Toplota se prenaša in skladišči bolj učinkovito v mokrih, vendar ne zasičenih tleh. Če torej tla namakamo z namenom zaščite pred pozebo, je to potrebno storiti 1–2 dni pred pričakovano ohladitvijo, da je omogočeno pronicanje gravitacijske vode skozi vrhnje plasti tal. Ker dnevna nihanja temperature segajo povprečno do globine 0,3 m, je smiselno vzdrževati vrhnjih 30 cm tal blizu poljske kapacitete tal za vlago.

Izbira rastline

Obstajajo velike razlike glede občutljivosti na nizke temperature med posameznimi sortami določene kmetijske rastline, zato se je o tem priporočljivo pozanimati pri kmetijskih svetovalcih. Če je možno, se odločamo za rastline, ki so prilagodile svoj razvoj tako, da se

najobčutljivejše fenofaze pojavljajo v obdobjih, ko je nevarnost pozebe čim manjša, na primer pozno cvetenje spomladi, pravočasno zorenje v jeseni (Črepinšek, 2002). Pri enoletnih rastlinah je zelo pomemben čas setve na prosto oziroma čas, ko jih prenesemo iz zaščitene prostora na prosto. Če se obdobjem z visoko nevarnostjo pojava slane ne moremo izogniti, potem izbiramo rastline na osnovi njihove odpornosti na negativne temperature, njihovih toplotnih zahtev ter dolžine rastne dobe (preglednica 3). Baumgärtner in sod. (1998) so razvili fenološki model za napoved dolžine obdobja med setvijo in fiziološko zrelostjo pri ajdi. Model uporabljajo za načrtovanje pridelave ajde v nekaterih predelih Švice in Italije, služi pa kot dodatna informacija pri določitvi skrajnega roka setve ajde glede na temperature, ki že povzročajo poškodbe rastlin pred zrelostjo.

Preglednica 3: Razdelitev kmetijskih rastlin po občutljivosti na nizke temperature zraka: intenziteta pozebe, ki jo povzročijo nizke temperature, je odvisna od vrste rastline, vrednosti temperature, časa izpostavljenosti nizkim temperaturam in fenološke faze rastline

Zelo odporne	Odporne	Srednje odporne	Slabo odporne	Neodporne
jara pšenica	bob, grah	soja	koruza	paradižnik
oves	lan, konoplja	redkvice	proso	kumare
ječmen	korenje	rumena lupina	krompir	ajda
mak	krmna pesa			fižol
	sladkorna pesa			
	sončnice			

Gnojenje rastlin ter obdelava tal

Poznano je, da gnojenje z dušikom in ostalimi hranili vpliva na občutljivost rastlin na pozebo. Na splošno velja, da so zdrave, ustrezno prehranjene rastline bolj odporne na strese v okolju. Nepravilno gnojeno drevje izgubi listje zgodaj jeseni, cveti zgodaj spomladi in je zato bolj izpostavljeno nevarnosti pozebe. Za povečanje odpornosti rastlin na nizke temperature odsvetujejo aplikacijo dušičnih gnojil pozno poleti in zgodaj jeseni. Dobra preskrbljenost rastlin s fosforjem ugodno vpliva na regeneracijo rastlin po pozebi. Za mnoge rastline z visoko odpornostjo na nizke temperature so ugotovili povečano sposobnost absorpcije fosforja iz tal (Snyder in de Melo-Abreu, 2005). V obdobju, ko so napovedane nizke temperature, ki bi lahko škodovala gojenim rastlinam, se je potrebno izogibati obdelovanju zemlje. Tla vsebujejo zrak, ki je slab prevodnik toplote in ima nizko specifično toploto. Posledično bodo bolj zračna tla prevajala in akumulirala manj toplote. Obdelava tal poveča njihovo zračnost in jih naredi hladnejša, zato obdelava tal spomladi lahko vodi k povečani nevarnosti pozebe v primerjavi z jesensko obdelavo tal. Če so tla v sadovnjakih in vinogradih zatravljena, se preko dneva odbije več sončnega sevanja, večje pa je tudi izhlapevanje. Kot rezultat tega je količina uskladiščene toplote v tleh preko dneva zmanjšana, zato je ponoči tudi zmanjšan prenos energije iz spodnjih v višje plasti tal. Po podatkih Snyderja in Connella (1995) je bila v njunih poskusih temperatura površine golih tal od 1°C do 3°C višja v primerjavi z zatravljenimi tlemi oziroma tlemi, poraslimi s plevelom.

2.2 AKTIVNE ALI DIREKTNE METODE

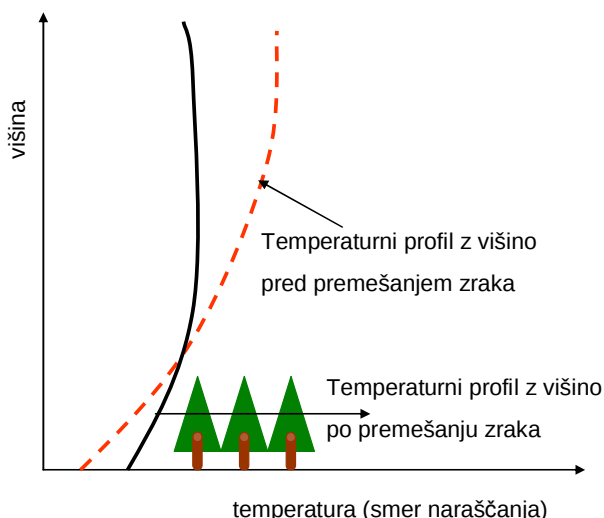
Za preprečevanje škodljivega vpliva poznih spomladanskih in zgodnjih jesenskih slan so na voljo direktne metode, ki jih uporabljamo, kadar pasivne metode niso dovolj učinkovite. Te metode temeljijo na treh osnovnih principih: ohranjanju toplote, dodajanju toplote in mešanju zraka.

Cilj metod, ki **ohranjajo toploto** je, da v prizemni plasti zraka (PPZ), v kateri se nahajajo rastline, zadržimo tekom noči čim več toplote, ki jo z dolgovalovnim sevanjem v sorazmerju s svojo temperaturo sevajo tla. Rastline lahko **prekrivamo** z različnimi materiali. Ta način se najpogosteje uporablja v vrtnarstvu in cvetličarstvu. Od naravnih materialov največkrat uporabljamo za prekrivanje slamo, listje, lubje ali lesne odpadke, na voljo pa so tudi številni umetni materiali (folije), katerih bistvena lastnost je, da minimalno prepuščajo dolgovalovno sevanje tal in tako preprečujejo toplotne izgube oziroma ohlajevanje zraka v plasti zraka pri tleh. K metodam ohranjanja toplote v PPZ spadata tudi **tvorba dimnih zaves in umetne megle**. Zaščita temelji na trdnih delcih ali vodnih kapljicah, ki absorbirajo dolgovalovno sevanje tal in nato oddajajo dolgovalovno sevanje navzdol proti tlem sorazmerno s svojo temperaturo. Za **tvorbo umetne megle** morajo razpršilci pod velikim pritiskom 'ustvarjati' kapljice velikosti okrog 10 µm. Pri tej velikosti kapljic je absorpcija sevanja največja, kapljice pa so prelahke, da bi padle na tla. Tvorba umetne megle je uspešna samo v primeru, ko ni vetra in je relativna zračna vlaga visoka. Po nekaterih raziskavah porabijo razpršilci, ki tvorijo umetno meglo, na 1 ha površine samo 1% energije, ki je potrebna za varovanje iste površine z grelci, približno 10% v primerjavi z ventilatorji in 20% glede na uporabo oroševalnega sistema. Pri tvorbi umetne megle se večkrat dodaja tudi različne umetne snovi, na primer amonijev klorid ali fosfo-pentoksid, ki se vežeta na vodno paro v zraku in pospešita kondenzacijo. **Zadimljanje** je najstarejša poznana metoda borbe proti pozebi, ki so jo uporabljali že stari Rimljani pri vzgoji citrusov in jo tudi zapisali v svojih agrometeoroloških knjigah. Z dimno zaveso preprečujemo toplotne izgube, sama kurišča pa prispevajo del toplote. Na delcih v dimu prihaja do kondenzacije vodne pare, pri čemer se sprošča latentna toplota. Koriščenje latentne toplote je osnova metode **oroševanja**, ki se v zadnjem času vse bolj uporablja pri aktivni zaščiti in jo uporabljamo tudi v Sloveniji. Izgradnja oroševalnega sistema zahteva velika začetna vlaganja, na voljo mora biti dovolj vode in dobra drenaža zemljišča (odcedna tla). Pri oroševanju rastlin z zelo drobnimi kapljicami vode rastlina koristi latentno toploto, ki se sprošča ob zmrzovanju vode, in tako nadomešča toploto, ki jo izgublja z dolgovalovnim sevanjem. Drobne kapljice vode v zraku ob nizkih temperaturah zamrznejo. Za vsak gram vode, ki zamrzne, se sprost 335 J energije, zaradi katere se temperatura zraka zviša – popki, listi in drugi deli so prekriti s tanko plastjo ledu. Pri oroševanju je potrebno veliko znanja in izkušenj, sicer lahko z nepravilno uporabo sistema naredimo več škode kot koristi.

Drugi sklop metod, s katerimi skušamo v sistem **dodajati toploto** z grelci, pečmi ali kurišči, je eden izmed najučinkovitejših načinov zaščite rastlin pred mrazom. Zaradi zelo velike porabe energije in s tem visokih stroškov pa se ta sistem uporablja redkeje, navadno pri gojenju citrusov, v vinogradništvu ali sadjarstvu. Ekonomsko upravičene so te metode le, če imamo na voljo dovolj poceni goriva, kot so lesni ostanki, žagovina, posušeni živalski iztrebki ali oglje, ponekod uporabljajo tudi naftne derivate.

V tretji skupini metod za zaščito rastlin **z mešanjem zgornjih, toplejših in spodnjih, hladnejših plasti zraka** zmanjšujemo možnost pozebe v PPZ (slika 2). V ta namen lahko uporabimo orjaške ventilatorje (angleško: wind machines) in helikopterje. Orjaški ventilatorji so sestavljeni iz jeklenega nosilca, na vrhu katerega je nameščen velik ventilator. Ventilatorji imajo običajno 2 ali 4 lopatice premera 3–6 m na višini 10 do 11 m nad tlemi, če ščitimo drevje ali hmeljišča, v ostalih primerih so ventilatorji nameščeni nižje. Ventilatorji so učinkoviti samo v primerih temperaturne inverzije, pomembna je tudi namestitev naprav na ustrezno mesto, da je mešanje zraka čimbolj učinkovito glede na topografijo. **Uporaba helikopterjev** je zaradi visokih začetnih in sprotnih stroškov omejena na izjemne primere, ko odpovedo ostale metode in bi bile izgube pridelka zelo velike. Propelerji helikopterjev

premešajo toplejši zrak v višjih plasteh s hladnejšim v spodnjih plasteh. Uporaba je smiselna samo v primeru temperaturnih inverzij. En helikopter zadostuje za površino približno 22–24 ha, pri čemer so preleti potrebni vsakih 30–60 minut. Temperaturni senzorji so nameščeni zunaj helikopterja, da lahko pilot leti na višini, kjer je izmerjena temperatura najvišja. Optimalna višina je navadno 20–30 m nad tlemi, temperatura po preletu helikopterja pa se poveča za 3–4,5°C (Powell in Himelrick, 2000).



Slika 2: Shematski diagram, ki prikazuje spremembo temperaturnega profila zaradi mešanja zraka z ventilatorji v primeru radiacijske slane, ko imamo pri tleh temperaturno inverzijo

3 Zaključek

Podnebje in vreme neposredno vplivata na kmetijstvo, kar se odraža tudi v vsakoletnih škodah zaradi ekstremnih vremenskih dogodkov. Škoda zaradi pozebe je lahko v posameznih letih zelo velika, zato je poznavanje ustreznih metod za zaščito kmetijskih rastlin pred pozebo zelo pomembno. Agrometeorologija kot interdisciplinarna znanost nam s proučevanjem vpliva vremena na rast in razvoj rastlin omogoča, da pri kmetijski proizvodnji čimbolj izkoristimo ugodne podnebne danosti in se poskušamo izogniti neugodnim, da bi tako dosegli optimalno kakovost in velikost pridelka. V boju proti pozebi so nam na voljo številne pasivne (preventivne metode) in aktivne (direktne) metode. Pri načrtovanju kmetijske pridelave je za vsako lokacijo potrebno preučiti njeno mikroklimo in se na osnovi tega odločiti za ustrezen sistem zaščite proti pozebi. Ob tem je bistvenega pomena, da agrometeorološka služba redno spremlja temperaturne razmere v vegetacijski dobi, vključno s stopnjo fenološkega razvoja, ob kritičnih razmerah pa pravočasno izda opozorila pred nevarnostjo pozebe.

4 Literatura

- Arhiv meteoroloških podatkov Agencije republike Slovenije za okolje. 2006. Podatki za obdobje 1961–2005. Ljubljana, Agencija republike Slovenije za okolje (izpis iz baze podatkov)
- Baumgärtner, J., Schilperoord, P., Basett, P., Baiocchi, A., Jermini, M. 1998. The Use of a Phenology Model and of Risk Analyses for Planning Buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) Sowing Dates in Alpine Areas.- Agricultural systems, 57: 557–569
- Črepinšek, Z. 2002. Napovedovanje fenološkega razvoja rastlin na osnovi agrometeoroloških spremenljivk v Sloveniji. Doktorska disertacija. Univerza v Ljubljani, BF: 135 s.

- Gerjevič, M. 2000. Analiza pojavljanja zadnjih pomladanskih in prvih jesenskih negativnih temperatur v Sloveniji. Razprave, 1–2: 7–11
- Otorepec, S. 1980. Agrometeorologija. NOLIT, Beograd, 230 s.
- Penzar, I., Penzar, B. 2000. Agrometeorologija. Školska knjiga, Zagreb, 224 s.
- Powell, A. A., Himelrick, D. G. 2000. Principles of freeze protection for fruit crops. Alabama Cooperative Extension System, ANR 1057B (<http://www.aces.edu>)
- Snyder, R. L., Connell, J. H. 1993. Ground cover height affects pre-dawn orchard floor temperature. California Agriculture, 47: 9–12
- Snyder, R. L., de Melo-Abreu, J. P. 2005. Frost Protection: fundamentals, practice and economics. Environment and Natural Resources Series 10, FAO, Rome, 1–2: 223 s.
- Statistični urad Republike Slovenije (SURS). 2006. Okolje in naravni viri (www.stat.si)
- Žust, A. 2004. Povečano tveganje v kmetijstvu zaradi spomladanskih pozeb v Sloveniji. Zbornik referatov 1. slovenskega sadjarskega kongresa z mednarodno udeležbo: 795–801

Tla Slovenije- pedološka karta v merilu 1: 250 000

Franc LOBNIK¹, Nataša VIDIC², Helena GRČMAN³, Anka LISEC⁴, Marjan ŠPORAR⁵, Marko ZUPAN⁶, Tomaž PRUS⁷, Janez RUPREHT⁸, Borut VRŠČAJ⁹, Metka SUHADOLC¹⁰, Rok MIHELIC¹¹

Izvleček

Tla so enkraten naravni vir, ki je neposredno povezan s pridelavo hrane in splošnim blagostanjem, hkrati pa predstavljajo nenadomestljiv del naravnih ekosistemov. So ključnega pomena za življenje zaradi številnih okoljskih, ekonomskih, socialnih in kulturnih funkcij. Z razvojem informacijske tehnologije se stopnjujejo zahteve uporabnikov po kakovostnih in enostavno dostopnih prostorskih podatkih. Geografski informacijski sistem, kamor lahko štejemo tudi talni informacijski sistem, nam omogoča uporabo talnih podatkov za številne namene kot sta npr. vrednotenje primernosti tal za kmetijsko in drugo rabo, modeliranje različnih procesov v tleh. V prispevku bomo prikazali tla Slovenije in izris pedološke karte v merilu 1: 250 000 (PK250), ki je bila generalizirana iz osnovne pedološke karte v merilu 1: 25 000 (PK25). Po metodologiji generalizacije pedokartografskih enot PK25 na podlagi prevladujočega talnega tipa smo oblikovali 63 novih pedokartografskih enot PK250. Karta bo izdana v obliki monografije in bo vključevala tudi legendo s številčno in barvno oznako kartografskih enot, opis novih pedokartografskih enot z navedbo zaporedja talnih horizontov, prevladujočih teksturnih razredov, pH tal, matične podlage ter tipične rabe in s talnim številom ocenjen pridelovalni potencial tal.

Ključne besede: Pedološka karta, Slovenija, talni informacijski sistem

Soils of Slovenia: Soil map 1: 250 000

Abstract

Soils are a unique natural resource essential for food production and an irreplaceable component of natural ecosystems. Because of numerous environmental, economical, social and cultural functions, soils are of key importance to terrestrial life. The development of information technologies offers modern approaches to the organisation, maintenance and use of spatial data, including soil data. Slovenia has a relatively rich soil database in the scale 1:25 000, which was established and maintained by the Center for Soil and Environmental Science (CSES), Biotechnical Faculty and is detailed enough to allow soil quality presentation of soils as a natural resource. The 1:250 000 soil map (PK250) has been generalized from the basic 1:25 000 soil map data (PK25). The method of generalisation was based on the predominant soil type and we formed 63 new pedocartographic units. The soil map will be published as a monography with the legend showing both numerical and color designation, as well as the name of each unit. And include data on soil profile composition, average soil texture classes, pH range, parent material and typical use of each unit. The range of soil value numbers, representing production potential of the soil unit has been determined as well.

Key words: soil map, Slovenia, soil information system

¹ Prof. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: franc.lobnik@bf.uni-lj.si

² Doc. dr., prav tam, e-pošta: natasa.vidic@bf.uni-lj.si

³ Doc. dr., prav tam, e-pošta: helena.grcman@bf.uni-lj.si

⁴ Univ. dipl. ing., Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Jamova 2, 1001 Ljubljana

⁵ Univ. dipl. ing., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: marjan.sporar@bf.uni-lj.si

⁶ Viš. pred. mag., prav tam, e-pošta: marko.zupan@bf.uni-lj.si

⁷ Viš. pred., mag., prav tam, e-pošta: tomaz.prus@bf.uni-lj.si

⁸ Spec., prav tam

⁹ Univ. dipl. inž., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: borut.vrscaj@kis.si

¹⁰ Asist. dr., Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000 Ljubljana, e-pošta: metka.suhadolc@bf.uni-lj.si

¹¹ Asist. dr., prav tam, e-pošta: rok.mihelic@bf.uni-lj.si

1 Uvod

V času hitrega razvoja svetovnega trga in vse obsežnejših človeških dejavnosti se pomen zanesljivih informacij neprestano povečuje. Potrebe po prostorsko opredeljenih podatkih so vse večje tudi na področju planiranja, razvoja ter na področju nadzora zemljišč in zemljiških virov. Posledice človeškega delovanja v prostoru v preteklih desetletjih, ki se pogosto odražajo v številnih okoljskih problemih, so pokazale na nujnost povezanega pristopa k okoljskim in prostorskim študijem (Lobnik in sod., 2003; Grčman in sod., 2004; Suhadolc in sod., 2005).

Razvoj računalniških tehnologij je omogočil razvoj geografskih informacijskih sistemov (GIS), ki omogočajo prostorske študije in obdelavo različnih prostorsko opredeljenih podatkov. GIS tehnologija omogoča prostorske analize in modeliranje ter pridobivanje novih informacij na podlagi obstoječih podatkov. Uporaba digitalnih prostorskih podatkov tal v kombinaciji z GIS tehnologijo predstavlja vse pogostejšo osnovo procesom odločanja v prostoru. Osnovni podatki o tleh, t.j. vrsti in razprostranjenosti talnih tipov ter njihovih fizikalnih in kemijskih lastnostih, so zbrani v Pedološki karti Slovenije, ki podobno kot na primer geološka, klimatska, vegetacijska ter fitocenološka, predstavlja informacijo o naravnih danostih države. Slovenija ima relativno bogato zbirko pedoloških podatkov v merilu 1:25.000, ki je dovolj natančno za oceno kakovosti tal kot naravnega vira za celotno njeno ozemlje. Nekdanji analogni podatki so bili v preteklih desetletjih digitalizirani na Centru za pedologijo in varstvo okolja (CPVO) na Biotehniški fakulteti Univerze v Ljubljani. Informatizacija pedoloških podatkov je vključevala terensko delo, kartiranje in digitalizacijo analognih pedoloških podatkov. Podatkovna zbirka talnega informacijskega sistema (TIS), ki jo vzdržuje CPVO, predstavlja najobsežnejšo zbirko podatkov tal. Ena od treh osnovnih podatkovnih skupin Talnega Informacijskega Sistema (TIS) je digitalna pedološka karta merila 1:25 000 v kateri so grafične kartografske enote opredeljene z opisni podatki v računalniških datotekah (Vrščaj in Lobnik, 1999; Vrščaj in Prus, 1994, Vrščaj s sodel., 2005). TIS je vedno v fazi dopolnjevanja in prilagajanja trenutno potekajočim spremembam na področju pedološke informatike v EU in v svetu, spremembam pedoloških klasifikacij in načinu opisovanja pedoloških podatkov.

Pedološka karta v digitalni obliki omogoča vrednotenje primernosti tal za kmetijsko, gozdno in drugo rabo in je na ta način lahko dobra strokovna podpora prostorskemu načrtovanju. Ker je podatkovna baza relativno bogata in je podprta z rezultati laboratorijskih analiz, jo je moč uporabiti tudi za številna modeliranja, kot so na primer sposobnost tal za zadrževanje vode in predvidevanje potencialnih suš v kmetijstvu, hitrost gibanja vode skozi talni profil, ranljivost tal za izpiranje onesnažil v podtalnico in podobne tematske karte. Pedološka karta tako lahko služi kot ena izmed strokovnih osnov za sonaravno gospodarjenje v slovenskem prostoru.

V letih 2004-2006 smo pedološko karto merila 1:25 000 generalizirali v merilo 1:250 000. Namen generalizacije je bil pripraviti pregledno informacijo o tleh Slovenije. Karta bo izšla v obliki monografije v začetku leta 2007 in bo poleg devetih kart vsebovala tudi informacijo o tleh, njihovih pomembnih lastnostih in bo lahko zato služila kot osnova za gospodarjenje s tlemi v Sloveniji in sprejemanje pomembnih prostorskih odločitev na nivoju države. V prispevku podajamo kratko informacijo o načinu generalizacije karte, prevladujočih talnih enotah v Sloveniji in možnostih uporabe pedološke karte.

2 Material in metode

Pedološka karta merila 1:250 000 (PK250) je bila pripravljena z generalizacijo podatkov osnovne pedološke karte v merilu 1:25 000 (PK25). Podatki PK25 so rezultat intenzivnega pedološkega kartiranja v preteklih nekaj desetletjih. Meje pedokartografskih enot so bile

določene s sondiranjem na terenu. Z izkopavanjem in opisom reprezentativnih profilov smo pridobili podatke o morfoloških lastnostih tal in odvzeli vzorce za fizikalne in kemijske analize. Analitski postopki uporabljeni za analizo fizikalnih in kemijskih analiz tako zbranih vzorcev so v pregl. 1.

Preglednica 1: Uporabljene analitske metode za analizo tal z navedbo standarda in kratkim opisom za določanje fizikalnih in kemijskih lastnosti tal v okviru pridobivanja podatkov za pedološko karto 1:25 000

Postopek	Standard	Kratek opis
- Priprava vzorca	SIST ISO 11464 :	Priprava vzorcev za fizikalno-kemične analize
- Suha snov	SIST ISO 11465:	Ugotavljanje suhe snovi na osnovi mase
- Reakcija tal	SIST ISO 10390:	Ugotavljanje pH; elektrometrično merjenje v suspenziji tal z 1mol/l KCL ali 0.01 mol/l CaCl ₂
- Organski ogljik, organska snov	SIST ISO 14235:	Določevanje organskega ogljika z oksidacijo v kromžvepleni kislini – modificirano brez zunanjega segrevanja in s titracijsko določitvijo (Walkley-Black)
- Celokupni dušik	SIST ISO 11261:	Ugotavljanje skupnega dušika – modificirana Kjeldahlova metoda
- Dostopni kalij	interna metoda	Amon- laktatna (AL) ekstrakcija rastlinam dostopnega kalija in določitev s pomočjo emisijske spektroskopije
- Dostopni fosfor	interna metoda	Amon- laktatna (AL) ekstrakcija rastlinam dostopnega fosforja in spektrofotometrična določitev
- Karbonati	SIST ISO 10693:	Ugotavljanje vsebnosti karbonatov – Volumetrijska metoda z uporabo Scheiblerjevega aparata
- Tekstura tal	SIST ISO 11277 modificiran	Kakovost tal – Ugotavljanje porazdelitve velikosti delcev v mineralnem delu tal - Metoda s sejanjem in usedanjem.
- Izmenljivi bazični kationi	interna metoda	Amon-acetatna ekstrakcija pri pH=7 in določitev izmenjanih bazičnih kationov Ca, Mg na atomski absorpcijski spektrometer in K, Na za emisijskim spektrometrom
- Izmenljiva kislost	interna metoda	Ekstrakcija z razt. barijevega klorida pri pH=8 in titracijska določitev
- Izmenjalna kapaciteta	interna metoda	Seštevek bazičnih in kislih izmenljivih kationov
- Stopnja nasičenosti z bazami	interna metoda	Procentualni delež bazičnih kationov glede na izmenjalno kapaciteto

Terensko zbiranje podatkov o tleh je dopolnjeval zajem podatkov z metodami interpretacije aerofoto in ortofoto posnetkov, ki so na voljo za vso državo kot rezultat cikličnega letalskega snemanja Slovenije.

Izdelava PK 250 je temeljila na obstoječih talnih podatkih digitalizirane PK 25. Podporo izdelavi generalizirane pedološke karte je predstavljala programska oprema ArcGIS (ESRI). Osnovna metoda izdelave je bila reklasifikacija pedokartografskih enot PK 25. Reklasifikacija je temeljila na prevladujočem talnem tipu, kjer je bilo z metodo poudarjanja in posploševanja izbranih talnih lastnosti določenih 63 pedokartografskih enot. Naknadno je bila uporabljena metoda posploševanja v smislu združevanja majhnih poligonov z večjimi sosednimi poligoni.

Postopek generalizacije pedološke karte je zahteval dobro poznavanje talnih tipov in značilnosti reliefa.

Pedokartografske enote za PK250 so bile določene glede na prevladujočo pedosistematsko enoto v okviru posamezne pedokartografske enote PK25, z izjemo pedokartografskih enot 4 (4 – Rendzina na apnencu in dolomitu) in 5 (5 – Rendzina na apnencu in dolomitu + rjava pokarbonatna tla), kjer je bila upoštevana tudi druga najbolj pogosta pedosistematska enota v kartografski enoti PK25. Pedokartografske enote PK25 obsegajo praviloma dve ali več pedosistematskih enot. Obsežen nabor pedosistematskih enot PK25 je bil za potrebe izdelave PK250 preoblikovan v 63 pedokartografskih enot. Vsaka kartografska enota predstavlja določeno celoto, ki jo opisujejo isti tlotvorni dejavniki, do razlik pa pride v talnem podtipu ali talni različici. Nova razvrstitev tal za potrebe PK250 ni zajela naslednjih pedosistematskih enot iz baze PK25: urbane površine (mesta, naselja); vodne površine (morje, reke, jezera); kamnolomi; gramoznice; deponije; nerodovitne površine. Tematska generalizacija na osnovi novo določenih pedokartografskih razredov za PK 250 je bila izvedena s programskim paketom ArcGIS. Z enostavnim računalniškim algoritmom programa Excel (Microsoft) je bila ponovno izvedena kontrola celovitosti in pravilnosti zajema podatkov digitalizirane pedološke karte PK25. Kontrola je vključevala tudi preverjanje pravilnosti opisa novih pedokartografskih enot PK250 z ustrezno prevladujočo pedosistematsko enoto PK25.

Rezultat postopka generalizacije so bile nove kartografske enote. Za prikaz na karti smo izbrali metodo asociativnih barv povezanih s talnimi lastnostmi in jih dodatno označili s številkami enot (zaradi omejitev pri tisku v prispevku ne prikazujemo karte 1:250 000). PK 250 bo v monografiji izrisana na devetih zemljevidih v kombinaciji s pregledno topografsko karto Slovenije (Geodetska Uprava Republike Slovenije-GURS) kot osnovo.

3 Rezultati z diskusijo

Na najbolj razširjenih kamninah v Sloveniji, apnencih (33% slovenskega ozemlja) in dolomitih (11%), najdemo tla, ki se hitro spreminjajo na zelo majhnih razdaljah, še posebej v globini tal in stopnji razvoja talnega profila. V visokogorskih območjih in na strmih pobočjih najdemo litosole in plitve rendzine, ob vznožjih in v kotanjah pa tudi globlja koluvialno-deluvialna tla. V nižjih predelih in na manj strmih pobočjih pa nastopajo z rendzinami tudi rjava pokarbonatna tla različni globin in izprana rjava tla. V Beli Krajini se na teh matičnih podlagah pojavljajo akrična tla. Na Krasu in v slovenskem Primorju najdemo tudi rdeče-rjava pokarbonatna tla (*terra rossa*). Na flišu zahodne in laporovcih vzhodne Slovenije so razvite rendzine, evtrična rjava tla, rjava izprana tla, rigolana tla in ponekod tudi psevdogleji. Na bolj strmih pobočjih se lahko pojavijo tudi regosoli. Rendzine ali evtrični rankerji se pojavljajo tudi na drugih klastičnih karbonatnih sedimentih kot so prodi in peski v nekaterih rečnih dolinah. V Vipavski dolini prevladujejo obrečna tla. Na silikatnih klastičnih kamninah (Polhograjsko hribovje, griči ki obrobajo Ljubljansko kotlino, Posavske gube), večini metamorfnih kamnin (Koroška in Pohorje) in kislih magmatskih kamnin (Pohorje, Smrekovec, južno od Črne na Koroškem, manjša območja na Gorenjskem in ponekod drugod) se nahajajo distrični rankerji, distrična rjava tla in rjava izprana tla. Nižine vzhodne Slovenije (Dravsko, Ptujsko polje, Prekmurje) obsegajo nanose nekarbonatnega proda, prav tako z distričnimi tlemi. Na pleistocenskih ilovicah, ki obrobajo nekatere kotline v vzhodni Sloveniji, so nastali psevdogleji. Na fino-zrnatih aluvijih rečnih dolin in drugih udorin (npr. Ljubljansko Barje) so razviti amfigleji in hipogleji. V Prekmurju se pogosto pojavljajo hidromorfna tla. Psevdogleji in gleji se prepletajo z distričnimi rjavimi tlemi na peščeno prodnatih nekarbonatnih nanosih reke Mure. V goratih alpskih predelih Slovenije prevladujejo plitva skeletna tla s slabo razgrajeno organsko snovjo. Taka tla uvrščamo v litosole, rendzine s

surovim humusom in prhninaste rendzine na apnencih in dolomitih, redko najdemo tudi rankerje na silikatnih kamninah. V monografiji bodo bodo poleg imena talnega tipa navedene tudi izbrane pomembne talne lastnosti in območje talnega števila. Primer opisa je podan v pregl. 2.

Preglednica 2: Izsek iz Legende pedološke karte v merilu 1:250 000 s kratkim opisom pedokartografskih enot (PK250) in ocenjenim talnim številom

	PKE 250	Kratek opis talnih tipov	Talno število
16	Evtrična rjava tla na mešanih karbonatnih in nekarbonatnih kamninah	horizonti: A-Bv-C tekstura: MI-GI pH: 5-6,5 matična podlaga: različne karbonatne in nekarbonatne kamnine raba tal: njiva, travinje, sadovnjak, omejeno tudi vinograd opombe: globoka tla	79-44
17	Etrična rjava tla na aluvialnih nanosih	horizonti: A-Bv-C tekstura: GI pH: 5,5-7 matična podlaga: glinasto ilovnati rečni nanosi raba tal: njiva in intenzivna raba travinja opombe: velika kapaciteta v akumulaciji vode	86-61

4 Sklepi

Poleg informacije o razprostranjenosti tal, njihovi lastnosti in rabi, je pedološka karta tudi osnova za izdelavo tematskih kart, vrednotenje tal in zemljišč (presoje vplivov na okolje, ranljivost tal za sušo, ugotavljanje primernosti tal za namakanje, prostorski razvoj Slovenije), za ugotavljanje kakovosti tal (kakovost kmetijskih tal, spremljanje onesnaženosti tal v R.S.) in vrednotenje tal kot naravne dediščine.

5 Literatura

- Grčman, H., Hudnik, V., Lobnik, F., Mihelič, R., Prus, T., Vrščaj, B., Zupan, M. 2004. Tla, V: Narava Slovenije. Zych B. in Mihelač Š (eds.). Ljubljana, Mladinska knjiga: 231 s.
- Lobnik, F., Vrščaj, B., Prus, T. 2003. Land degradation in Slovenia. In: The JRC enlargement action, European Commission, Workshop 10-b, 5-6 december 2002, Jones R.J.A, Montanarella L. (ur.), Joint research center, Ispra, eur 20688 en: 290-296
- Suhadolc, M., Lobnik, F., Turk, I. 2005. Ocena izvajanja konvencije ZN o boju proti dezertifikaciji/degradaciji tal v Sloveniji / Assessment of Implementation of UN Convention to Combat Desertification/Land Degradation in Slovenia. Regionalni center za okolje za srednjo in vzhodno Evropo = Regional Center for Central and Eastern Europe, ISBN 961-90150-7-X: 64 s.
- Vrščaj, B., Lobnik F. 1999. Establishment of digital soil map of Slovenia in the scale 1:25.000. Zb. Bioteh. Fak. Univ. Ljubl., kmet. (1990), 73 (issue 2): 287-300
- Vrščaj, B., Prus T. 1994: Soil information system (sis/tis) in Slovenia, fifth European conference on geographical information systems egis/mari'94, Paris March-April 1994: 382-390

Vsebnost fosforja in kalija ter vrednost pH njivskih tal na območju savinjske in koroške regije

Igor ŠKERBOT¹

Izvleček

V prispevku smo za območje KGZS – Zavoda CE, znotraj katerega deluje 11 Izpostav KSS, za leti 2004 in 2005 predstavili rezultate 3912 kemičnih analiz tal z njivskih površin: povprečna založenost tal s fosforjem in kalijem ter povprečna vrednost pH njivskih tal. Rezultati obdelave kažejo, da so njivska tla v povprečju dobro založena tako s fosforjem kot s kalijem. V povprečju vsebujejo od 13,7 do 28,5 mg P₂O₅/100 g tal in od 15,4 do 35,6 mg K₂O /100 g tal. Reakcija njivskih tal (pH) na območju zavoda znaša 4,9 do 6,6.

Ključne besede: njivska tla, vrednost pH, fosfor, kalij

Phosphorus and potassium content and pH value in arable land in Savinjska and Koroška region

Abstracts

The contribution presents the results of processing of 3912 soil analysis from KGZS –Zavod CE (Agriculture and Forestry Institute Celje) for the years 2004 and 2005. The average pH value phosphorus and potassium content were determined for arable land. The results shows that arable land on that area have sufficient phosphorus (13,7 - 28,5 mg P₂O₅/100 g soil) and potassium (15,4 - 35,6 mg K₂O /100 g soil) content and pH value between 4,9 and 6,6.

Key words: arable land, pH value, phosphorus, potassium

1 Uvod

V okviru Kmetijsko gozdarskega zavoda Celje (KGZS – Zavod CE) deluje Kmetijska svetovalna služba (KSS), ki s kmetijskim svetovanjem pokriva območje 11 Upravnih enot (UE) Ravne na Koroškem, Dravograd, Slovenj Gradec, Velenje, Mozirje, Žalec, Celje, Laško, Šentjur, Šmarje pri Jelšah in Slovenske Konjice in 39 občin, ki se raztezajo od avstrijske do hrvaške meje. Tako znotraj KGZS – Zavoda CE deluje 11 Izpostav KSS.

Območje meri 192.475 ha, od tega je 80.305 ha kmetijskih zemljišč in 89.762 ha gozda. Ostale površine, v izmeri 22.408 ha, predstavljajo nekmetske in nerodovitne površine. Na območju je 15.102 kmetij, ki imajo v uporabi 79.601 ha kmetijske zemlje. Povprečna kmetija ima 5,27 ha kmetijske zemlje, kar je nekoliko več kot znaša slovensko povprečje (Kmetijsko gozdarski zavod Celje, 2006).

Na območju KGZS – Zavoda CE je 19.669,25 ha njiv (SURSTAT, 2000). Glede na uradne podatke tako lahko ocenimo, da je na območju tega zavoda 79.601 ha kmetijskih zemljišč in 24,7% njivskih površin, na katerih prevladuje v glavnem pridelava krme za potrebe živinoreje. Ocenjujemo, da na njivah prevladuje pridelava koruze za silažo, sledi koruza za zrnje, ozimna žita (predvsem ozimna pšenica in ozimni ječmen), hmelj, sladkorna pesa, krompir, vrtnine in druge rastline za krmo živali (detelje, trave in TDM).

V skladu s hitro spreminjajočo se zakonodajo so se kmetovalci v zadnjih letih intenzivno prilagajali nastajajočim razmeram. V ta namen obstaja Pravilnik za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju (Ur.l. RS, 130/04), ki ureja pravila ravnanja pri gnojenju tal z gnojili, ki vsebujejo rastlinska hranila tako, da:

¹ Univ. dipl. inž. agr., KGZS – Zavod CE, Oddelek za kmetijsko svetovanje, Trnoveljska c. 1, 3000 CELJE

- lahko rastline v največji meri izkoristijo hranila,
- se pri pridelavi čim bolj preprečijo izgube hranil in zmanjša vnos hranil v vode ter druga ravnanja v zvezi s tem.

Za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju predstavlja omenjani pravilnik za naše kmetovalce kodeks, ki ga morajo upoštevati vsi uporabniki gnojil. Pravilnik obravnava 5 vsebinskih sklopov in sicer:

- potrebe rastlin po hranilih,
- način vnosa hranil,
- posebna načela uporabe živinskih gnojil,
- skladiščenje živinskih gnojil,
- letni gnojilni načrt.

V 6. členu tega pravilnika je postavljena zahteva, da je za strokovno utemeljeno gnojenje in skladiščenje živinskih gnojil potrebno izdelati letni gnojilni načrt, v katerem se oceni skupna količina živinskih gnojil in določi čas gnojenja in odmere gnojila za vsa razpoložljiva zemljišča.

V skladu z zakonodajo je tako poseben pomen za področje gnojenja postavljen tudi v Slovensko kmetijsko okoljskem programu (SKOP), ki ga je sprejela Vlada RS leta 2001, da bi se zmanjšali negativni vplivi kmetijstva na okolje, ohranjala kulturna krajina in biotska pestrost, odpravljala zaraščenost ter varovalo okolja na zavarovanih območjih. Znotraj SKOP je oblikovanih 22 ukrepov, za katere lahko upravičenci pridobijo neposredna plačila pod posebej določenimi pogoji, glede na vrsto ukrepa. SKOP je zasnovan tudi na podlagi načel dobre kmetijske prakse pri gnojenju. Zato program SKOP nosi pomembno vlogo pri gnojenju na podlagi izdelanega gnojilnega načrta.

Hitro spreminjajoča se zakonodaja za področje gnojenja (nitratna direktiva, SKOP, pravilniki, uredbe in drugi okoljski predpisi) je med drugim imela za posledico povišano število odvzetih vzorcev tal za kemično analizo v letih 2003 do 2006. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije so že v letu 2002 opazili povečan delež analiziranih vzorcev tal v njihovem pedološkem laboratoriju za 59% glede na predhodno obdobje 1951-2001. Tako se je število vzorcev povišalo tudi v letu 2003 za nadaljnjih 37% in se nadaljevalo tudi v letu 2004, ko so analizirali približno 3-krat več vzorcev kot v letu 2003 (Sušin, 2005).

Podobna povečanja smo tako na terenu seveda zaznali tudi pri svojem svetovalnem delu na KGZS – Zavodu CE, saj smo v letih 2004 in 2005 na območju našega zavoda na njivskih površinah odvzeli skupno 3912 vzorcev.

2 Materiali in metode

Za izpolnitev zahtev dobre kmetijske prakse pri gnojenju, kjer ima zelo pomembno vlogo gnojenje na podlagi gnojilnega načrta, smo na Izpostavah KSS pri KGZS – Zavodu CE tudi v letih 2004 in 2005, zelo aktivno pristopili k vzorčenju tal na kmetijskih gospodarstvih z namenom, da se na podlagi kemičnih analiz tal pripravijo gnojilni načrti za gnojenje kmetijskih površin.

Vzorci smo po odvzemu in prejetju na Izpostavah zbrali in odpošiljali na kemično analizo v pedološke laboratorije (IHPS, KIS, KGZS – Zavod MB, ERICO VE). Vzorci so bili analizirani po Al – metodi. Na vsaki izpostavi smo po prejetju rezultatov kemičnih analiz pripravljali gnojilne načrte za kmetovalce. Iz shranjenih kopij rezultatov kemičnih analiz tal in iz izdelanih gnojilnih načrtov, smo zbrali naslednje podatke:

- kislosti tal (vrednost pH),
- vsebnost P_2O_5 in K_2O (mg/100 g tal).

Podatke smo zbrali na 10 izpostavah našega zavoda (Dravograd (DR), Prevalje (PR), Slovenj Gradec (SG), Velenje (VE), Mozirje (MO), Celje (CE), Slovenske Konjice (SK), Šentjur (ŠE), Šmarje pri Jelšah (ŠM), Laško (LA)). Na eni izpostavi nam podatki zaradi tehnične napake v računalniku niso bili dostopni (Žalec). Za vse ostale izpostave so pridobljeni povprečni podatki za navedene parametre.

Tako smo skupno obdelali rezultate za 3912 odvzetih vzorcev tal na njivskih površinah iz obravnavanih izpostav KSS pri našem zavodu (preglednica 1).

Preglednica 1: Število vzorcev tal z njivskih površin po izpostavah KGZS – Zavod CE, za leti 2004 in 2005

	DR	PR	SG	VE	MO	CE	SK	ŠE	ŠM	LA	Skupaj
Število vzorcev tal	83	67	306	350	255	484	335	336	1566	130	3912

Zbrane podatke smo razvrstili po stopnjah preskrbljenosti tal s fosforjem (preglednica 2) in kalijem (preglednica 3) in jih izrazili v odstotkih. Izračunali smo tudi povprečno založenost tal s fosforjem (preglednica 2) in kalijem (preglednica 3). Dobljene rezultate smo primerjali z mejnimi vrednostmi za vsebnost fosforja in kalija po Al–metodi (Leskošek in Mihelič, 1998). Iz zbranih podatkov smo izračunali povprečno vrednost in poiskali minimalno in maksimalno vrednost pH za vsako izpostavo posebej (preglednica 4) in dobljene podatke razvrstili glede na stopnjo alkalnosti ali bazičnosti v razrede kislosti (Leskošek in Mihelič, 1998).

3 Rezultati z diskusijo

Podatki o številu vzorcev nakazujejo stanje na terenu, ki potrjuje dejstvo o poljedelski usmeritvi kmetijstva na južnem delu zavoda oziroma na območju izpostav Šmarje pri Jelšah, Šentjur, Celje in Velenje. Na teh območjih lahko najdemo tudi večje in intenzivnejše živinorejske kmetije, ki na njivah pridelujejo krmo za živino.

Na izpostavah z območja Koroške in s hribovitih območij imajo manj poljedelskih površin, zato je število vzorcev iz njiv manjše (DR, PR, LA).

Preglednica 2: Odstotek vzorcev tal po stopnjah preskrbljenosti tal s P_2O_5 in povprečna vsebnost P_2O_5 (mg/100 g tal) po izpostavah KGZS – Zavod CE za leti 2004 in 2005

Izpostava KGZS – Zavod CE	Vzorci po stopnjah preskrbljenosti (%)					Povprečna vsebnost P_2O_5 (mg/100 g tal)	Povprečna stopnja preskrbljenosti za P_2O_5
	A	B	C	D	E		
DR	18,1	30,1	27,7	8,4	15,7	19,7	C
PR	23,9	46,3	20,9	6,0	3,0	13,7	C
SG	17,7	30,4	34,3	8,5	9,1	20,4	C
VE	9,4	24,3	29,7	17,7	18,9	20,7	C
MO	13,7	21,6	30,6	17,2	16,9	28,5	D
CE	14,3	28,1	34,1	16,3	7,2	19,7	C
SK	26,3	31,0	24,8	8,1	9,9	17,8	C
ŠE	15,2	32,4	28,6	13,1	10,7	20,7	C
ŠM	12,5	25,7	34,4	17,8	9,7	20,7	C
LA	20,8	31,5	23,8	13,1	10,8	19,5	C

Iz dobljenih povprečnih podatkov po izpostavah je razvidno, da je vsebnost P_2O_5 od 13,7 do 28,5 mg/100 g tal (preglednica 2) in da je vsebnost K_2O od 15,4 do 35,6 mg/100 g tal (preglednica 3).

Preglednica 3: Odstotek vzorcev po stopnjah preskrbljenosti tal s K_2O in povprečna vsebnost K_2O (mg/100 g tal) po izpostavah KGZS – Zavod CE za leti 2004 in 2005

Izpostava KGZS – Zavod CE	Vzorci po stopnjah preskrbljenosti (%)					Povprečna vsebnost K_2O (mg/100 g tal)	Povprečna stopnja preskrbljenosti za K_2O
	A	B	C	D	E		
DR	21,7	34,9	19,3	10,8	13,2	22,6	C
PR	20,8	31,3	22,4	2,9	22,4	22,4	C
SG	25,8	36,3	17,3	7,8	12,7	21,3	C
VE	5,1	31,7	29,4	14,6	19,1	29,6	C
MO	7,1	21,6	27,8	17,2	25,9	35,6	D
CE	7,9	37,6	31,6	9,9	13,2	25,6	C
SK	44,2	35,5	11,3	3,0	6,0	15,4	B
ŠE	10,7	28,3	26,5	16,4	18,1	28,0	C
ŠM	29,0	28,7	23,1	9,9	9,3	20,1	C
LA	10,8	43,8	23,1	9,2	13,1	22,4	C

Preglednica 4: Povprečna, minimalna in maksimalna reakcija tal na njivskih površinah po izpostavah KGZS – Zavod CE za leti 2004 in 2005

Izpostava KGZS – Zavod CE	Povprečna pH vrednost	Minimalna pH vrednost	Maksimalna pH vrednost
DR	4,9	3,6	7,2
PR	5,5	3,7	7,4
SG	5,5	3,7	7,5
VE	5,7	3,5	7,3
MO	5,7	4,0	7,5
CE	6,3	3,8	7,2
SK	6,2	3,5	7,7
ŠE	6,1	3,2	7,5
ŠM	6,6	3,2	8,4
LA	6,4	4,5	7,5

Če dobljene podatke o vsebnosti fosforja in kalija primerjamo z mejnimi vrednostmi za vsebnost fosforja in kalija po Al-metodi v plasti do globine oranja (Leskošek in Mihelič, 1998), ugotovimo, da je pri fosforju največji delež vzorcev na izpostavah DR, PR, SK in ŠE v B razredu in v C razredu na izpostavah SG, VE, MO, CE, ŠM, LA (Preglednica 2). Pri kaliju je največji delež vzorcev v C razredu samo na izpostavi MO, na vseh preostalih izpostavah (DR, PR, SG, VE, CE, SK, ŠE, LA) je največji delež vzorcev v razredu B (preglednica 3).

Povprečna vrednost pH za vsako izpostavo KSS posebej kaže, da se giblje reakcija tal od vrednosti pH 4,9 do 6,6. Zanimivo je tudi dejstvo, da so tla na območju izpostav na Koroškem (DR, PR, SG) razvrščena med izrecno kislila (pH 4,5–5,5), medtem ko so tla na območjih vseh preostalih izpostav (VE, MO, CE, SK, ŠE, ŠM, LA) razvrščena v zmerno kislila tla (pH 5,6–

6,7). Vrednosti za reakcijo tal se na izpostavah gibljejo od minimalne vrednosti pH 3,2 do maksimalne vrednosti pH 8,4 (preglednica 4).

4 Sklepi

Rezultati 3912 kemičnih analiz njivskih tal iz 10 izpostav KGZS – Zavoda CE v letih 2004 in 2005 kažejo, da so na tem območju njivska tla v povprečju dobro založena tako s fosforjem kot s kalijem. Vrednosti de gibljejo v razponu od 13,7 do 28,5 mg P_2O_5 /100 g tal in od 15,4 do 35,6 mg K_2O /100 g tal.

Rezultati kažejo, da je povprečna reakcija njivskih tal na območju zavoda od vrednosti pH 4,9 do 6,6. Tla na območju izpostav na Koroškem (DR, PR, SG) so razvrščena med izrecno kislá, saj imajo pH 4,5–5,5. Tla na območjih vseh preostalih izpostav (VE, MO, CE, SK, ŠE, ŠM, LA) imajo povprečno vrednost za kislost tal v mejah pH 5,6–6,7 in jih zato lahko razvrstimo v zmerno kislá tla.

5 Literatura

- Kmetijsko gozdarski zavod Celje. 2006. Program dela za leto 2006: 1- 3
- Leskošek, M., Mihelič, R. 1998. Smernice za strokovno utemeljeno gnojenje 1.del, Poljedelstvo in travništvo: 12 - 15
- Navodilo za izvajanje ukrepa Podpora izvajanju EU standardov na kmetijskih gospodarstvih. 2004. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in hrano. Ljubljana: 18 - 19
- Pravilnik za izvajanje dobre kmetijske prakse pri gnojenju. Ur. l. RS, 130/04
- Program razvoja podeželja za Republikó Slovenijo 2004 – 2006. Ur. l. RS 116/04
- Sušin, J. 2005. Nitratna smernica in predpisi povezani s kmetijsko okoljsko problematiko. Slovenski vrtnarski posvet: 160–166
- Uredba o vnosu nevarnih snovi in gnojil v tla. Ur. l. RS, 84/05
- Uredba o plačilih za ukrepe Programa razvoja podeželja 2004 – 2006 za leto 2004. Ur. l. RS, 24/04, 116/04

Količina organske snovi v tleh v povezavi z rabo tal v Sloveniji

Janez SUŠIN¹, Borut VRŠČAJ²

Izvleček

V prispevku so prikazani rezultati dveh raziskav vpliva rabe tal na vsebnost organske snovi (OS) v tleh. Prva raziskava o vsebnosti OS v zgornjem sloju tal je bila izvedena s pomočjo podatkov pedološke karte Slovenije ter prostorskih podatkov o rabi kmetijskih tal. Druga raziskava je bila izvedena v 2.000 vzorcih tal, ki so bili leta 2005 odvzeti iz zgornjega sloja tal. Rezultati potrjujejo predvidevanja, da je količina OS v tleh v neposredni povezavi z rabo in načinom obdelave tal. Tla z več kot 4 % OS so pogostejša na zemljiščih, kjer intenzivno obdelujemo zgornji sloj tal (njive in vrtovi, hmeljišča, vinogradi, intenzivni sadovnjaki, ostali trajni nasadi), tla z manj kot 4 % OS pa na zemljiščih z ekstenzivno obdelavo tal (ekstenzivni sadovnjaki, oljčni nasadi, intenzivni travniki, barjanski travniki, ekstenzivni travniki, zemljišča v zaraščanju, plantaže gozdnega drevja, mešana raba zemljišč). Največ OS v zgornjem sloju tal ugotavljamo na travinju, sledijo njive in trajni nasadi. V kolikor ne upoštevamo rabe tal, je v Sloveniji približno polovica kmetijskih tal z 2-4 % OS, sledijo tla z 4-10 % OS (približno 30 %). Zelo nizka količina OS v tleh (pod 1 %) je v Sloveniji redka in ne presega 1 %. Na podlagi analize podatkov ugotavljamo, da kljub relativni številčnosti dostopni podatki o OS v tleh Slovenije po vsebini, obliki in prostorski opredelitvi ne ustrezajo za spremljanje količine organske snovi kot pomembnega kazalca kakovosti tal.

Ključne besede: organska snov, raba tal, pedološka karta, Slovenija

The quantity of organic matter in soil in connection with the land use in Slovenia

Abstract

The current paper discusses the results of two investigations about the influence of land use on the quantity of organic matter (OM) in soil. The first investigation about the OM content in the upper layer of soil was carried out using data of Soil map of Slovenia and spatial data on the agricultural land use. The second investigation was performed on 2000 soil samples taken from the upper layer of agricultural soil in 2005. The results have confirmed the expectations saying that the OM quantity in soil was directly connected with the use and type of soil cultivation. Soil with more than 4 % OM is more frequent on land on which the upper layer of soil is cultivated more intensively (fields and gardens, vineyards, intensive orchards, hop and other permanent plantations), and soil with less than 4% OM on land with the extensive soil cultivation (extensive orchards, olive plantations, intensive meadows, swamp meadows, extensive meadows, land that is being exposed to spontaneous afforestation, plantations of forest trees, combined land use). The highest organic matter content in the upper layer of soil was found in grassland followed by ploughed fields and permanent plantations. If the land use is not considered, approximately one half of agricultural soil in Slovenia contains 2-4 % OM followed by soil with 4-10 % OM (approximately 30 %). Very low OM quantity in soil (below 1 %) is rare in Slovenia and it does not surpass 1 %. It can be concluded that in spite of relative rich data sources the available datasets on OM in Slovenian soils are not adequate as to their content, form and spatial definition to be used for monitoring of the quantity of organic matter as an important indicator of soil quality.

Key words: organic matter, land use, soil map, Slovenia

¹ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: janez.susin@kis.si

² Univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: borut.vrscaj@kis.si

1 Uvod

Kakovost tal opredeljujemo kot sposobnost tal za opravljanje funkcij, ki so pomembne za delovanje kopenskih ekosistemov. Med te uvrščamo proizvodne (pridelava biomase) in okoljske funkcije, kot so filtriranje, čiščenje ter napajanje podzemnih voda, kroženje snovi in energije ter sposobnost vezave CO₂ (EC, 2002). Kakovosti tal neposredno ne merimo, temveč jo opredeljujemo s pomočjo posameznih kazalcev kakovosti tal (Doran in Parkin, 1994; Karlen in sod., 2003; National Soil Resources Institute, 2001).

Eden izmed pomembnejših kazalcev kakovosti tal je količina organske snovi (OS) v tleh. Vsebnost in vrsta OS v tleh vplivata na številne fizikalne in kemijske lastnosti tal (Van-Camp in sod., 2004), in sicer:

- izboljšujeta zračnost in poroznost tal,
- omogočata vezavo hranil in nevarnih snovi v tleh,
- prispevata k tvorbi in obstojnosti strukturnih agregatov in posledično zmanjšuje erozijo tal,
- sta vir energije za talne mikroorganizme ter hranil za rastline.

Zaradi navedenega podatke o vsebnosti OS v tleh uvrščamo med pomembnejše informacije o kakovosti tal (National Soil Resources Institute, 2001).

Sistematičnega zbiranja podatkov o količini OS v tleh kmetijskih zemljišč v Sloveniji ni. Kemijska analiza vsebnosti OS v tleh se večinoma izvaja zgolj v okviru kontrole rodovitnosti tal, ne predstavlja pa standardnega pedološkega parametra. Na podlagi dostopnih podatkov z območja Slovenije ocenjujemo, da ne analiziramo v več kot 10 % vzorcev na vsebnost organske snovi. Pridobljeni podatki niso prostorsko opredeljeni in jih zato ni možno uporabljati v okviru prostorskih analiz za potrebe ocene kakovosti tal.

Spremljanje količine (in vrste) OS v tleh kmetijskih zemljišč je potrebno predvsem z namenom ugotavljanja in ocenjevanja:

- ustreznosti obdelave kmetijskih zemljišč,
- uspešnosti uvajanja trajnostnih tehnologij in načinov obdelave tal,
- spremembe kakovosti tal v času in prostoru,
- nevarnosti erozije tal in
- nevarnosti prehajanja nevarnih snovi (težke kovine in organski onesnaževalci) v prehrabetno verigo (Van-Camp in sod. 2004).

V prispevku so predstavljeni rezultati dveh preliminarinih ocen vsebnosti OS v tleh, ki smo jih na Kmetijskem inštitutu Slovenije opravili leta 2005 in 2006 in ocena njihove uporabnosti za izvajanje ukrepov ohranjanja in izboljševanja kakovosti tal.

2 Material in metode dela

Podatke o OS v tleh smo pridobili s pomočjo dveh raziskav.

2.1 ORGANSKA SNOV V TLEH V OKVIRU KONTROLE RODOVITNOSTI TAL

Raziskavo leta 2005 smo izvedli na 2.000 vzorcih tal, ki smo jih v sodelovanju s Kmetijsko svetovalno službo Slovenije odvzeli iz območij vseh osmih Kmetijsko gozdarskih zavodov v Sloveniji (Sušin in sod., 2006). Vzorce smo odvzeli jeseni po spravilu pridelkov iz globine 0-6 cm na travinju ter iz globine 0-20 cm v trajnih nasadih in na njivah. V raziskavo smo vključili 9 različnih vrst rabe tal: njive s poljščinami (N=654) in zelenjavo (N=209), trajni travniki (N=450), vinogradi (N=234), sadovnjaki (N=226), pašniki (N=99), planinski pašniki (N=56), hmeljni nasadi (N=53) in oljčni nasadi (N=19). Ker smo glede na obseg kmetijske pridelave pri izbiri vzorčnih lokacij v največji možni meri upoštevali načelo enakomerne porazdelitve

vzorčnih mest po kmetijskih površinah, menimo, da raziskava v zadostni meri zrcali dejansko stanje na terenu.

2.2 OCENA VSEBNOSTI OS V TLEH S POMOČJO PODATKOV PEDOLOŠKE KARTE

V letu 2006 smo oceno vsebnosti OS v tleh izvedli s pomočjo podatkovne baze pedoloških profilov Slovenije (PP) (MKGP, 2001a), pedološke karte Slovenije v merilu 1:25.000 (PK25) (MKGP, 2001b) ter podatkov o rabi kmetijskih zemljišč v merilu 1:5.000 (RZ5) (MKGP, 2002). Podatki o OS v tleh so bili izvedeni s pomočjo statistične analize zgornjih horizontov pedoloških profilov. Količina OS je bila opredeljena kot povprečna vrednost horizontov v idealiziranem profilu znotraj posameznih talnih tipov v okviru PK25.

Na podlagi prostorskih podatkov RZ5 smo podatke o OS obdelali v okviru intenzivne in ekstenzivne rabe, ki smo jih opredelili na naslednji način:

- intenzivna raba (intenzivno obdelan zgornji sloj tal): njive in vrtovi, hmeljišča, vinogradi, intenzivni sadovnjaki, ostali trajni nasadi
- ekstenzivna raba (brez intenzivne obdelave zgornjega sloja tal): ekstenzivni sadovnjaki, oljčni nasadi, intenzivni travniki, barjanski travniki, ekstenzivni travniki, zemljišča v zaraščanju, plantaže gozdnega drevja, mešana raba zemljišč.

Podatke o OS v tleh smo razvrstili v 5 razredov:

- mineralna tla (manj kot 1 %),
- slabo humozna tla (1 - 2 %),
- srednje humozna tla (2 - 4 %),
- humozna tla (4 - 10 %) in
- zelo humozna tla (več kot 10 %).

Pri obdelavi podatkov PK25 za manjši delež zemljišč nismo mogli določiti OS, saj podatek ni bil na voljo, ali ga ni bilo možno določiti, ali pa je bil podatek preveč raznolik, da bi ga bilo mogoče razvrstiti v enega izmed prej naštetih razredov. Na zemljiščih z intenzivno obdelavo je bilo takšnih zemljišč 1,0 %, na ekstenzivnih zemljiščih pa 2,2 %. Prostorsko obdelavo podatkov smo izvedli z orodji programskega paketa ArcGIS.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 ORGANSKA SNOV V TLEH V OKVIRU KONTROLE RODOVITNOSTI TAL

Podatki o OS v tleh v 2.000 vzorcih tal so predstavljeni v pregl. 1 in sl. 1.

Preglednica 1: Porazdelitev 2.000 vzorcev tal glede na organsko snov in rabo tal (v %)

Raba tal	Organska snov v tleh (%)					Skupaj
	< 1	1-2	2-4	4-10	> 10	
Trajni nasadi (N=532) ¹	2,4	20,1	63,7	13,7	0,0	100
Njive (N=863) ²	0,0	11,8	64,2	23,4	0,6	100
Trajno travinje (N=605) ³	0,3	1,5	24,0	66,0	8,3	100
Skupaj (N=2.000)	0,8	10,9	51,9	33,7	2,8	100

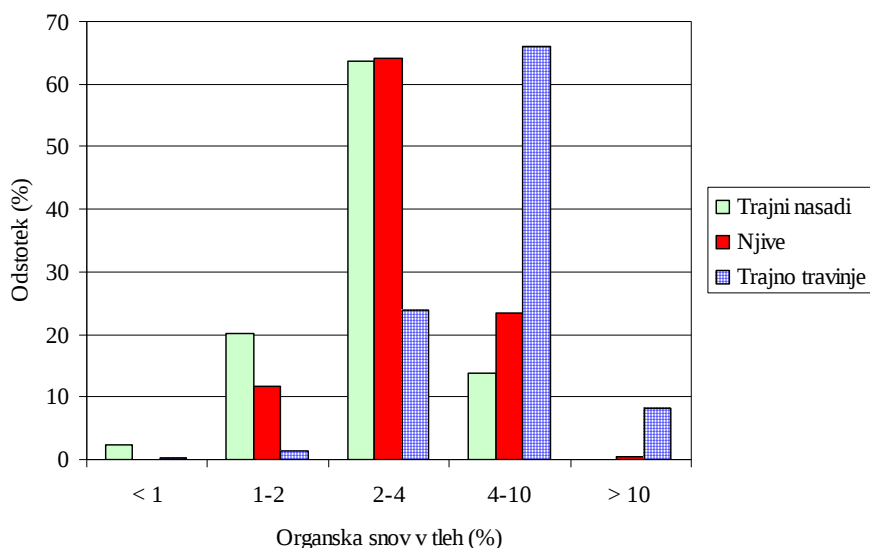
¹ sadovnjaki, vinogradi, hmeljni nasadi, oljčni nasadi

² njive s poljedelskim in zelenjadarskim kolobarjem, sejano travinje

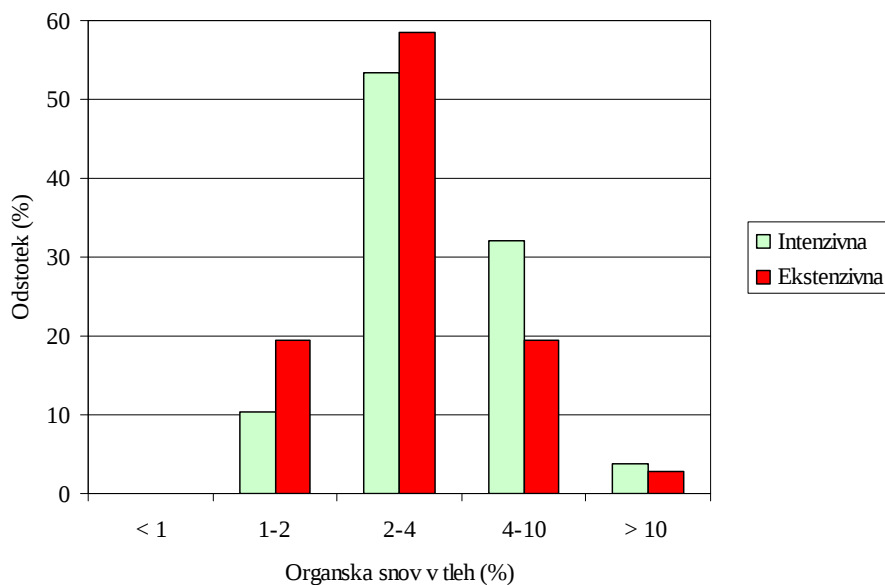
³ trajni travniki, pašniki in planinski pašniki

Rezultati potrjujejo, da je količina OS v tleh v veliki meri odvisna od rabe tal. Največ OS smo ugotovili na trajnem travinju (trajni travniki, pašniki in planinski pašniki), saj je imelo kar 66

% vzorcev OS med 4 in 10 %. Ugotovitev je pričakovana, saj so bili na trajnem travinju vzorci odvzeti iz globine 0-6 cm, kjer je glavna masa korenin ter posledično tudi največ OS. Na njivah so s 64,2 % prevladovali vzorci z 2-4 % OS, podobno (63,7 %) pa je bilo tudi v trajnih nasadih. Vzorcev z manj kot 1 % OS je bilo malo, še največ smo jih ugotovili v trajnih nasadih (2,4 % vzorcev). Na splošno lahko ugotovimo, da je v trajnih nasadih OS malenkost manj kot na njivah, a je stanje kljub temu še vedno zadovoljivo, saj je izrazito pomanjkanje OS v trajnih nasadih redko.



Slika 1: Organska snov v 2.000 vzorcih tal iz leta 2005 glede na rabo tal



Slika 2: Ocena vsebnosti organske snovi v tleh glede na vrsto rabe kmetijskih tal (vir podatkov: MKGP, 2001a,b, 2002)

3.2 OCENA OS V TLEH S POMOČJO PEDOLOŠKE KARTE SLOVENIJE

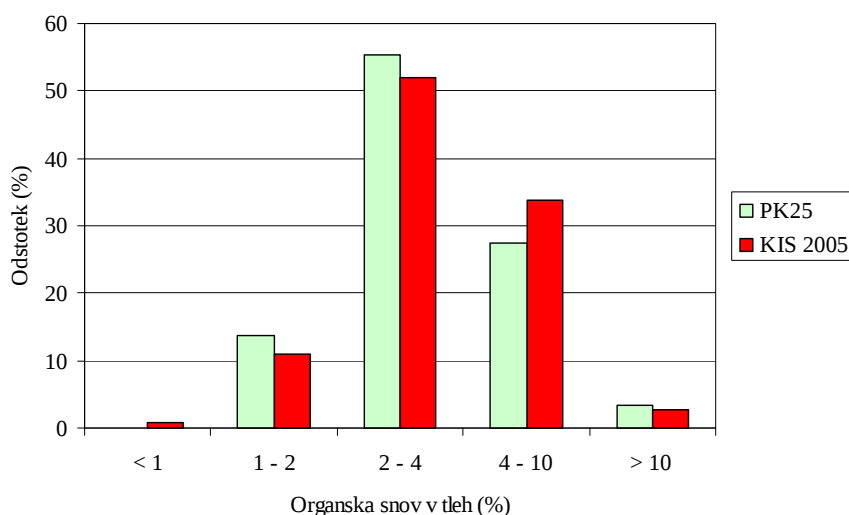
Ocena vsebnosti OS v tleh, pridobljena z obdelavo PK25 in PP, je predstavljena v pregl. 2 in sl. 2.

Preglednica 2: Organska snov v tleh glede na rabo tal (vir podatkov: MKGP, 2001a,b, 2002)

Organska snov v tleh	Intenzivna raba ¹		Ekstenzivna raba ²		Skupaj	
	ha	%	ha	%	ha	%
ni možno določiti	3.763	0,9	1.398	0,6	5.161	0,8
ni podatka	33	0,0	0	0	33	0,0
< 1 % (mineralna tla)	375	0,1	1	0,0	376	0,1
1 - 2 % (slabo humozna tla)	43.497	10,3	47.445	19,0	90.943	13,6
2 - 4 % (srednje humozna tla)	222.609	53,0	142.881	57,1	365.490	54,5
4 - 10 % (humozna tla)	133.693	31,8	47.377	18,9	181.070	27,0
> 10 % (zelo humozna tla)	16.058	3,8	6.930	2,8	22.987	3,4
organska snov zelo raznolika	263	0,1	4.141	1,7	4.403	0,7
Skupaj	420.290	100	250.173	100	670.463	100

¹ njive in vrtovi, hmeljišča, vinogradi, intenzivni sadovnjaki, ostali trajni nasadi

² ekstenzivni sadovnjaki, oljčni nasadi, intenzivni travniki, barjanski travniki, ekstenzivni travniki, zemljišča v zaraščanju, plantaže gozdnega drevja, mešana raba zemljišč.



Slika 3: Porazdelitev organske snovi v tleh za podatke, izvedene iz PK25 ter za podatke 2.000 vzorcev tal v letu 2005 (KIS 2005)

Podatki kažejo, da je vsebnost OS na zemljiščih z intenzivno obdelavo drugačna od zemljišč z ekstenzivno obdelavo. Tal z OS pod 4 % je več na zemljiščih z ekstenzivno obdelavo (76,1 % v primerjavi z 63,4 %), na zemljiščih z intenzivno obdelavo pa smo ugotovili večji delež tal z OS nad 4 % (35,6 % v primerjavi z 21,7 %). Največja razlika je v humoznih tleh (4-10 % OS), saj je takšnih tal na intenzivno obdelanih zemljiščih bistveno več od ekstenzivno obdelanih zemljišč (31,8 % v primerjavi z 18,9 %).

3.3 PRIMERJAVA REZULTATOV OBEH METOD

Analiza podatkov obeh raziskav kaže, da so podatki med seboj dobro primerljivi, kljub temu da gre glede na izvor in način obdelave podatkov za dva različna metodološka pristopa (slika 3).

Iz obeh raziskav je razvidno, da v Sloveniji prevladujejo srednje humozna tla z 2-4 % OS. Takšnih tal je v Sloveniji dobra polovica. Sledijo humozna tla s 4-10 % OS (približno 30 %) ter slabo humozna tla z 1-2 % OS (dobrih 10 %). Delež mineralnih tal z manj kot 1 % OS ter delež zelo humoznih tal z več kot 10 % OS je v Sloveniji praktično zanemarljiv, saj ne presega 4 % vseh kmetijskih tal.

Predstavljeni podatki prikazujejo relativno dobro stanje, ki pa ga na podlagi predstavljenih preliminarne raziskav ni možno potrditi. Na podlagi razpoložljivih podatkov namreč ni mogoče odgovoriti na tri ključna vprašanja, ki postajajo čedalje bolj aktualna v našem kmetijskem prostoru:

1. Kakšna je dinamika spreminjanja količine (in vrste) OS v tleh glede na vrsto rabe kmetijskih zemljišč ter glede na vrsto tal?
2. Kakšna je dinamika spreminjanja količine (in vrste) OS v tleh na zapuščenih in zaraščenih kmetijskih zemljiščih?
3. Kakšna je dinamika spreminjanja količine (in vrste) OS ob uporabi novih tehnologij minimalne obdelave;
 - katera tla so za tako obdelavo v Sloveniji najprimernejša;
 - kako vpliva uvajanje tehnik minimalne obdelave na količino OS v tleh in kakšni so vplivi na kakovost tal;
 - kakšna je ekonomika uvajanja tehnik minimalne obdelave tal; ter
 - kakšni so pozitivni/negativni vplivi na kakovost tal?

Na postavljena vprašanja bo potrebno odgovoriti s podatki, ki bi jih sistematično in dolgoročno zbirali po enotni metodologiji ter analizirali tako v časovni kot prostorski skali. Tako zasnovan monitoring bo dal odgovore na zastavljena in tudi druga porajajoča vprašanja v povezavi z ustreznostjo kmetijskih tehnologij, primernostjo tal in zemljišč, ekonomsko uspešnostjo in trajnostno kmetijsko pridelavo.

4 Sklepi

OS v tleh predstavlja pomemben kazalec kakovosti tal. V primerjavi s podatki EU za Slovenijo ne moremo trditi, da je OS v tleh premalo. Sorazmerno dobro stanje je posledica dejstva, da ob ugodni klimi (relativno dovolj padavin) v strukturi rabe tal prevladuje travinje in da na njivah in v trajnih nasadih uporabljamo razmeroma velike količine živinskih gnojil. Rezultati obeh raziskav potrjujejo domnevo, da je količina OS v tleh odvisna od rabe in načina obdelave tal. Predstavljeni rezultati pa ne omogočajo odgovorov o spreminjanju količine OS v tleh v času in prostoru glede na posamezne vrste in rabe tal. Ker v Sloveniji primanjkuje sistematično izvedenih raziskav rodovitnosti tal, bo potrebno v prihodnje narediti več predvsem v smeri sistematičnega zbiranja prostorsko opredeljenih analitskih podatkov pedoloških laboratorijev. Celovitejši vpogled v količino OS v tleh bi zato dal podrobnejši monitoring kakovosti tal, ki bi moral potekati v daljšem časovnem obdobju.

5 Zahvala

Avtorja se zahvaljujeta Petrokemiji Kutini d.d. iz Hrvaške, ki je financirala raziskavo kontrole rodovitnosti tal v Sloveniji leta 2005.

6 Literatura

- Doran, J. W., Parkin, T. B. 1994. Defining and Assessing Soil Quality. Defining Soil Quality for a Sustainable Environment. SSSA Special Publication, 35: 3-21
- EC. 2002. Towards a Thematic Strategy for Soil Protection. Communication from the commission to the council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. European Comission, Brussels: 35 s.
- Karlen, D. L.; Ditzler, C. A.; Andrews, S. S. 2003. Soil quality: why and how? *Geoderma*, 114: 145-156
- Leskošek M. 1993. Gnojenje. Ljubljana, ČZP Kmečki glas: 187 s.
- MKGP. 2001a. Pedološki profili Slovenije (PP). Prostorsko opredeljena baza podatkov. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS
- MKGP. 2001b. Pedološka karta Slovenije 1:25.000 (PK25). Prostorsko opredeljena baza podatkov. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS
- MKGP. 2002. Raba kmetijskih zemljišč 1:5000 (RZ5). Prostorsko opredeljena baza podatkov. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS
- National Soil Resources Institute, 2001. Identification and development of a set of national indicators for soil quality, National Soil Resource Institute
- Sušin, J., Žnidaršič Pongrac, V., Vrščaj, B., Simončič, A. 2006. Kontrola rodovitnosti tal v Sloveniji. Poročilo za leto 2005. Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana: 42 s.
- Van-Camp, L., Bujarrabal, B., Gentiel, A. R., Jones, R. J. A., Montanarella, L., Olazabal, C., Selvaradjou, S. K. 2004. Reports of the technical groups established under the thematic strategy for soil protection, Volume III - Organic matter. European Commission, Joint Research Centre, Ispra,, EUR 21319 EN/3, brez paginacije

Vrednotenje sonaravno trajnostne rabe travniških tal na območju Prekmurja

Nataša KOPUŠAR¹, Melita ŠEŠERKO², Nives KUGONIČ³, Natalija ŠPEH⁴, Barbara JUSTIN⁵

Izvleček

Posegi v preteklosti so spremenili velik del prekmurske regije in porušili nekatera ekološka ravnovesja. Uveljavljanje principov trajnostnega upravljanja na območjih Natura 2000 predstavlja veliko priložnost in izziv za pozitivne spremembe v smislu zagotavljanja boljših bivanjskih in ekoloških razmer. V okviru Phare projekta razvojnega centra Lendava z naslovom "Vzpostavitev mehanizmov varstva biodiverzitete Prekmurja" je bila opravljena raziskava z namenom, da bi posneli sedanje stanje travniških tal, glede na intenzivnost rabe v preteklosti. Pri vrednotenju trajnostne rabe travniških tal smo uporabili naslednje kazalce: kislost, tekstura, rastlinam dostopen kalij in fosfor, vsebnost organske snovi, kovin, policikličnih bifenilov in poliaromatskih ogljikovodikov, mikrobiološka aktivnost tal in značilnosti populacije deževnikov. Pedološki in fizikalno-kemijski kazalci niso pokazali značilnih razlik med intenzivno in ekstenzivno rabo travnikov na območju Prekmurja, medtem ko so mikrobiološka aktivnost tal, gostota, vrstna pestrost in starostna struktura deževniške populacije opozorili na netrajnostno rabo travnikov. Na podlagi zbranih ugotovitev bo pripravljen načrt naravovarstvenega gospodarjenja z izbranimi travniki.

Ključne besede: travniška tla, trajnostna raba, kazalci, Prekmurje

Evaluation of the sustainable use of meadow soil in the Prekmurje region

Abstract

A huge part of the prekmurje region has been changed because of anthropogenic intervention. As a consequence some ecological balances have been destroyed. The implementation of sustainable management in Natura 2000 areas has introduced a good opportunity and challenge for some positive changes in terms of improving the residence and ecological conditions. Connected to the "Establishment of the biodiversity protection mechanisms in Prekmurje" Phare project of Development Centre of Lendava there was a research carried out. It was aimed at the evaluation of actual meadow soil conditions according to use intensity in the past. We used the following indicators: acidity, the soil reaction, content of organic matter, soil texture, heavy metals, polychlorinated biphenyls, polycyclic aromatic hydrocarbon, the microbial soil activity and the characteristics of the earthworm population. The pedologic and physics-chemical indicators didn't show any significant differences between intensive and extensive meadow use, but microbial soil activity, density, species diversity and age structure of the earthworm population pointed out the unsustainable meadow use. Based on the collected data the environment protection management plan of the researched meadows will be established.

Key words: meadow soil, sustainable use, indicators, Prekmurje

1 Uvod

Travniki in pašniki obsegajo 61,6% vseh kmetijskih obdelovalnih zemljišč v Sloveniji. Po podatkih iz leta 2000 (www.stat.si) je v Pomurski statistični regiji 4,1% slovenskih travnikov in pašnikov. V tej regiji je delež travnikov glede na ostala kmetijska zemljišča 20,0%. Velik

¹ Mag., ERICo Velenje, Inštitut za ekološke raziskave, Koroška 58, 3320 Velenje, e-pošta: natasa.kopusar@erico.si

² Univ. dipl. inž. agr., prav tam, e-pošta: melita.seserko@erico.si

³ Mag., prav tam, e-pošta: nives.kugonic@erico.si

⁴ Dr., prav tam, e-pošta: natalija.speh@erico.si

⁵ Univ. dipl. inž. geol., prav tam, e-pošta: barbara.justin@erico.si

del pomurske regije je Prekmurje, ki ga sestavljata dve večji geomorfološki enoti, in sicer gričevnat, severni del, imenovan Goričko, in južni del, ki ga sestavljajo Ravensko, Dolinsko in Dolgovaško-Lendavske gorice (GZS, 2005).

Gorički suhi travniki na revni podlagi sodijo med srednjeevropska suha travišča na kisli peščeni podlagi. Zaradi svoje skromne gospodarske vloge ta suha travišča vedno bolj izginjajo, tako da jih je v Evropi že kritično malo (Kuštor, 2006). Toda zaradi izjemne vrstne sestave in pomembnih rastišč kukavičevk so le ti kot prednostni habitatni tipi uvrščeni v Prilogo I Direktive o habitatih. Goričko je tudi zaradi njih predvideno kot območje Natura 2000 (Kuštor, 2006).

Ravninski del Prekmurja je sooblikovala reka Mura s svojimi številnimi pritoki in sestavlja del obširnega donavskega porečja. Tako so aluvialne naplavine na desnem in levem bregu bogate z organskimi snovmi, kar je pri naseljevanju te pokrajine posledično privedlo do razvoja kmetijstva, ki je močno prispevalo k preoblikovanju dežele. V Prekmurju ni naravnih travišč zaradi odsotnosti visokogorja in stepskih območij, zato so vsi travniki, pašniki in senožeti antropogenega nastanka. Najpomembnejša antropogena dejavnika, ki pogojujeta nastanek travišč, je stalna košnja in spravilo rastlinske mase s pokošenih zemljišč. Floristično sestavo travišča pogojujejo predvsem dejavniki okolja, kot so vlažnost in pH tal, struktura in tekstura tal, naklon in vetrovna izpostavljenost idr. (Bakan, 2006).

Raziskava se omejuje na preučevanje travnikov, ki so bili nekoč eden pomembnejših elementov naravne dediščine in kolektivne zavesti prebivalcev te regije. Da je temu res tako, nam kaže še dandanašnja uporaba nekaterih ledinskih imen (npr. Tiloš, v prevodu Travnik, potem Berek = močvirni travnik), ki dokazujejo dolgoletni obstoj večjih kompleksov skupnih travniško-pašnih zemljišč vaških skupnosti. Suhi travniki so se pred intenziviranjem industrijskega načina kmetovanja pojavljali na posameznih predelih Goriškega. Zaradi izvajanja obširnih hidromelioracij, kanalizacije toka reke Mure in klimatskih sprememb, se v vedno večjem obsegu pojavljajo tudi v ravninskem delu Prekmurja. Ob spremenjenih rastiščnih razmerah so zato vse bolj ogrožena travišča, ki so do nedavnega predstavljala glavnino vseh travnikov nižinskega dela Prekmurja, to so mokrotni travniki z modro stožko in mezotrofni mokrotni travniki (Bakan, 2006). Glede na to, da spremenjene rastiščne razmere (nivo podtalnice, vsebnost hranil, pogostost košenj...) vplivajo na biotsko pestrost oziroma vrstno sestavo travniških združb, je bil glavni namen opravljene raziskave, ovrednotiti trajnostno rabo oziroma razlike med ekstenzivno in intenzivno gojenimi suhimi in vlažnimi travniki na osnovi biotskih in fizikalno-kemijskih kazalcev. Raziskava je potekala v okviru projekta Phare, razvojnega centra Lendava, z naslovom "Vzpostavitev mehanizmov varstva biodiverzitete Prekmurja". Cilj projekta je bil pripraviti osnove na katerih se bodo kasneje sprejemale odločitve o prihodnji sonaravno trajnostni rabi travnikov.

2 Material in metode dela

Preučili smo travišča v trikotniku med Mursko šumo in sotočjem Mure in Ledave, ki so znotraj območja Natura 2000, travišča na območju Črenšovcev, Male in Velike Polane, Dobrovnika, Kobilja, Beltincev, Renkovcev, Vučje gomile in Moravskih Toplic (pregl. 1). Ekstenzivno in intenzivno gojeni travniki so bili izbrani na osnovi fitocenoloških popisov. Izbrani vlažni travniki so habitatnega tipa mokrotni mezotrofni do evtrofni travniki zveze *Arrhenatherion*, oligotrofni mokrotni travniki zveze *Molinion* in tipa mokrotni mezotrofni travniki zveze *Calthion*. Suhi travniki so habitatnega tipa suhih in ploskih sekundarnih travišč (Bakan, 2006).

Vzorčenje tal smo izvedli v skladu s predpisanimi standardi ISO/DIS 10381-1-6 v okviru Pravilnika o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla

(Ur.l. RS, št. 55/97). V raziskavo smo vključili kazalce, ki kažejo vplive onesnaževanja na travniška tla iz virov kmetijske, industrijske in prometne dejavnosti. Izbrani kazalci, ki kažejo na onesnaževanje iz industrijskih točkovnih virov in iz prometa, so: vsebnosti poliaromatskih ogljikovodikov (PAO), težkih kovin, policikličnih bifenilov (PCB) in mineralnih olj. Kazalci onesnaževanja iz kmetijstva pa so: vsebnosti pesticidov (simazin, atrazin), C/N razmerje in zakisanost tal. Pri oceni intenzivnosti rabe travnikov smo uporabili tudi biotske kazalce, kot so: aktivnosti mikroorganizmov in vrstna pestrost, gostota in starostna struktura deževnikov.

Pregl. 1: Izbrane lokacije travnikov za vrednotenje kakovosti tal.

Oznaka lokacij	Območje Natura 2000 (vir: NV Atlas MOP-ARSO; MOP-GURS)	Gaus Krügerjeve koordinate			Aktivnost
		X	Y	Z (m)	
L1-VI	izven območja	161504,9	611481,6	166	K*
L2-VI	v območju	159472,4	604894,9	175	K*
L3-VE	v območju	160594,4	607239,2	178	K*
L4-VI	izven območja	167607,6	600181,0	174	K*
L5-SI	v območju	173391,5	598831,4	198	K*
L6-VE	v območju	173422,4	598830,9	211	K*, M** p***
L7-VI	izven območja	170118,4	598863,7	197	K*, M** p***
L8-SI	v območju	173672,5	599018,0	232	K*, M** p***
L9-SE	v območju	174842,6	598807,6	258	K*
L10-SE	v območju	175625,3	597562,8	288	K*, M** p***

Legenda: L-lokacija; VI-vlažen intenziven; VE-vlažen ekstenziven; SI-suh intenziven; SE-suh ekstenziven; K* - pedološki in fizikalno-kemijski kazalci; M** - aktivnost mikroorganizmov, p*** - pedofavna-deževniki

Vzorke za fizikalno kemijske analize in za analize anorganskih onesnažil smo pripravili po predpisanem mednarodnem standardu ISO 11464. Vzorke za analizo organskih onesnažil smo pripravili po standardu ISO 14507. Analitske metode smo opravili po zahtevah slovenskih normativov (Ur. l., št. RS 55/97), usklajenih z mednarodnimi standardi. Določitev reakcije tal (pH) je potekala po metodi ISO 10390. Koncentracije elementov kadmij (Cd), baker (Cu), nikelj (Ni), svinec (Pb), cink (Zn), krom (Cr), živo srebro (Hg), kobalt (Co), molibden (Mo) in arzen (As) smo določili z metodo induktivne plazemske spektrometrije (ICP-MS) po SIST DIN 38406 - 29 ter elektrotermično atomsko absorpcijsko spektrometrijo – tehniko hladnih par (ETAAS-FIAS) po SIST ISO 5666-5. Vsebnosti PCB smo analizirali v skladu s standardom ISO 1032 in vsebnosti PAO po standardu ISO 13877 s plinskim kromatografom MS/ECD (Hewlett Packard). Atrazin in simazin smo določili z masnim detektorjem (HPLC-MS/MS) API 3000- Applied Biosystems. Mineralna olja (celotni ogljikovodiki) smo določili po standardu ISO/TR 11046 z IR spektrometrom. V okviru mikrobiološke aktivnosti smo spremljali izbrane mikrobne procese v laboratorijskih pogojih, in sicer mineralizacijo v aerobnih in anaerobnih pogojih inkubacije, nitrifikacijo ter denitrifikacijo (Stopar in Mahne, 1999). Pri vzorčenju in ločevanju deževnikov iz tal smo upoštevali standard ISO 23612-1 (2006). Za določevanje vrst deževnikov smo uporabili literaturo: Mršić (1991, 1997), Mršić in Novak (1995). Do vrste smo določevali le odrasle, spolno zrele deževnike s pomočjo stereolupe Carl Zeiss Jena. Vzorčili smo aprila 2006 v oblačnem vremenu.

3 Rezultati z diskusijo

Pedološki in fizikalno-kemijski kazalci omogočajo vrednotenje stanja kakovosti tal. Rezultati kažejo, da so travniška tla ne glede na rabo v zgornjem organskem horizontu (0 - 5 cm) s pedološkega vidika močno kislja (pH_{KCl} 4,2) oziroma srednje kislja (pH_{KCl} 5,2). Ugotavljamo, da so tla nezadostno in neuravnoteženo preskrbljena z makrohranili, saj je rastlinam dostopnega fosforja (P_2O_5) 1,5 - 5,7 mg/100 g suhih tal in rastlinam dostopnega kalija (K_2O) 7,0 - 24,6 mg/100 g suhih tal. Glede na teksturo so preučevana tla srednje težka. Vendar razlik v založenosti z makrohranili in v reakciji tal med ekstenzivnimi in intenzivnimi travnimi zemljišči nismo določili. Razlike so med suhimi in vlažnimi travniki glede deleža organske snovi. Vlažni travniki so v povprečju dobro do zelo močno humozni (3,8% - 16,6%), medtem ko so suhi travniki v povprečju dobro humozni (3,4% - 5,8%) (pregl. 2).

Pregl. 2: Pedološke lastnosti tal izbranih travnikov (L1-L10) Prekmurja.

Oznake lokacij	pH_{KCl}	P_2O_5 (mg/100g)	K_2O (mg/100g)	Org. snov (%)	C:N	Teksturni razred
L1-VI	4,9	3,11	24,6	14,9	17,3	GI
L2-VI	5,0	1,95	7,0	7,8	14,6	I
L3-VE	5,2	2,69	17,7	16,6	17,8	GI
L4-VI	4,6	4,36	15,4	11,4	16,8	I
L5-SI	4,4	1,66	11,6	4,2	14,6	I
L6-VE	4,9	2,47	18,6	5,5	15,6	MI
L7-VI	4,2	5,67	21,9	3,8	13,9	I - MI
L8-SI	4,8	1,69	13,7	3,4	17,5	I
L9-SE	5,0	1,47	19,1	5,0	15,7	MI
L10-SE	4,8	1,80	17,9	5,8	15,3	I

Legenda: L-lokacija; VI-vlažen intenziven; VE-vlažen ekstenziven; SI-suh intenziven; SE-suh ekstenziven; GI-glinasta ilovica; I-ilovica; MI-meljasta ilovica

Vsebnosti anorganskih in organskih nevarnih snovi smo primerjali z Uredbo o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla (Ur. l. RS, št. 68/96), ki določa mejne, opozorilne in kritične imisijske vrednosti nevarnih snovi v tleh. Analize anorganskih nevarnih snovi kažejo, da vsebnosti težkih kovin niso povečane; vrednosti so pod mejnimi imisijskimi vrednostmi; izjema je industrijsko in predvsem zaradi prometa obremenjena lokacija Dolga vas (L1-VI), kjer so presežene mejne imisijske vrednosti za Ni, Cr in As, ter lokacija Renkovci (L3-VE), kjer je za As presežena opozorilna imisijska vrednost in bo v prihodnje izvor potrebno podrobneje raziskati. Primerjava med posameznimi tipi travnikov odraža (pričakovano) večje vsebnosti težkih kovin v tleh vlažnih travnikov, vendar razlike niso značilne, v vseh primerih pa se vrednosti gibljejo v okviru normalnih. Na osnovi podatkov ugotavljamo, da so tla v zgornjem organskem horizontu ne glede na rabo tal še vedno obremenjena s fitofarmacevtskimi sredstvi – atrazin in simazin. Mejna imisijska vrednost za atrazin je na vseh lokacijah presežena oziroma dosežena, medtem ko je vrednost za simazin na vseh lokacijah presežena, nikjer pa se izmerjene vrednosti ne približajo opozorilnim vrednostim. Vsebnosti preostalih organskih onesnažil (PAO, PCB, mineralna olja) se predpisanim mejnim imisijskim vrednostim ne približajo, kar smo tudi pričakovali, saj so bili vzorčni travniki izven območij direktnega vpliva točkovnih industrijskih ali mobilnih virov emisij teh vrst onesnažil (pregl. 3).

Vlažna travišča, ne glede na intenzivnost rabe, imajo večjo sposobnost sproščanja organsko vezanega dušika v anorgansko obliko v primerjavi s suhimi. Primerjava travnikov po intenzivnosti rabe kaže, da imajo za procese mineralizacije, nitrifikacije in denitrifikacije večji

potencial intenzivno rabljena travniška zemljišča (sl. 1). Glede na to, da je nitrifikacija med obravnavanimi travniki najaktivnejše potekala v vzorcih tal vlažnih intenzivnih travnikov, je pri nanosu dušičnih gnojil na travniška zemljišča takega tipa potrebna previdnost. Kajti pri prevelikem gnojenju teh travnišč z dušikovimi gnojili obstaja možnost izpiranja nastalega nitrata v podtalje in tudi možnih izgub z denitrifikacijo. Nitrat pa je poleg anaerobnih pogojev glavno gonilo denitrifikacije v tleh. V procesu denitrifikacije se nitrat reducira v bolj hlapne oblike N_2 in N_2O . Nepopolna denitrifikacija lahko vodi v nastanek plina NO, ki uničuje ozon ali pa v nastanek plina N_2O , ki je toplogredni plin. Mikrobiološka aktivnost kaže dober odziv na rabo tal in je primeren kazalec intenzivnosti rabe zemljišč.

Pregl. 3: Vsebnosti anorganskih in organskih nevarnih snovi (mg/kg suhih tal) v izbranih travniških tleh (L1-L10) Prekmurja

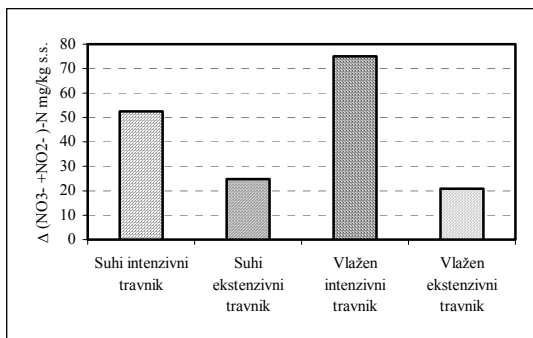
Oznake lokacij (*)	Cd	Cu	Ni	Pb	Zn	Cr	Co	Mo	As	Hg	Atrazin	Simazin	PAO	PCB
(mg/kg suhih tal)														
1*	60*	50*	85*	200*	100*	20*	10*	20*	0,8*	0,01*	0,01*	1*	0,2*	
2**	100**	70**	100**	300**	150**	50**	40**	30**	2**	3**	3**	20**	0,6**	
12***	300***	210***	530***	720***	380***	240***	200***	55***	10***	6***	6***	40***	1***	
L1-VI	0,69	46,2	52,4	34,3	138	102	17,3	1,16	25,3	0,1	0,02	0,03	0,1	<0,1
L2-VI	0,36	35,3	40,5	32,0	95	76	12,4	0,60	15,0	0,1	0,01	0,02	<0,1	<0,1
L3-VE	0,88	49,8	54,0	47,3	149	98	20,2	1,58	52,6	0,3	0,01	0,03	0,2	<0,1
L4-VI	0,30	33,6	38,8	30,6	121	84	12,4	0,71	10,8	0,1	0,01	0,02	<0,1	<0,1
L5-SI	0,07	22,7	22,8	17,3	68	58	9,5	0,40	6,8	<0,1	0,01	0,02	<0,1	<0,1
L6-VE	0,43	25,1	28,0	18,4	81	59	9,6	0,78	11,7	<0,1	0,01	0,02	<0,1	<0,1
L7-VI	0,03	29,2	33,6	18,7	89	71	12,0	0,49	9,6	<0,1	0,01	0,01	<0,1	<0,1
L8-SI	0,01	21,2	21,4	16,6	60	52	9,5	0,39	7,4	<0,1	0,01	0,03	<0,1	<0,1
L9-SE	0,08	28,6	31,5	19,5	86	69	11,0	0,64	10,2	<0,1	0,01	0,03	<0,1	<0,1
L10-SE	0,10	29,7	35,0	24,0	101	73	11,0	0,34	8,6	<0,1	0,02	0,04	0,3	<0,1

Legenda: (*) - glej pregl. 1;

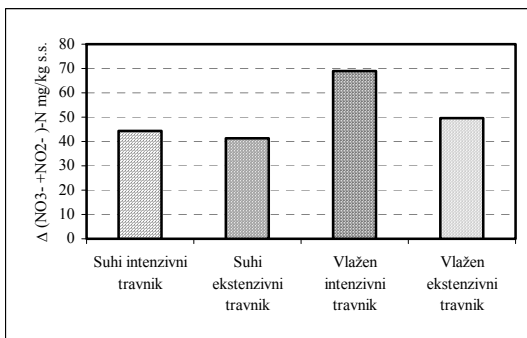
L-lokacija; VI-vlažen intenziven; VE-vlažen ekstenziven; SI-suh intenziven; SE-suh ekstenziven

Iz Ur.l. RS, št. 68/96 določene imisijske vrednosti za posamezna onesnažila: *- mejna; **- opozorilna; ***- kritična.

Krepek tisk števil so prekoračene vrednosti čez določeno mejno imisijsko vrednost po Ur.l. RS, št. 68/96.



(a)



(b)

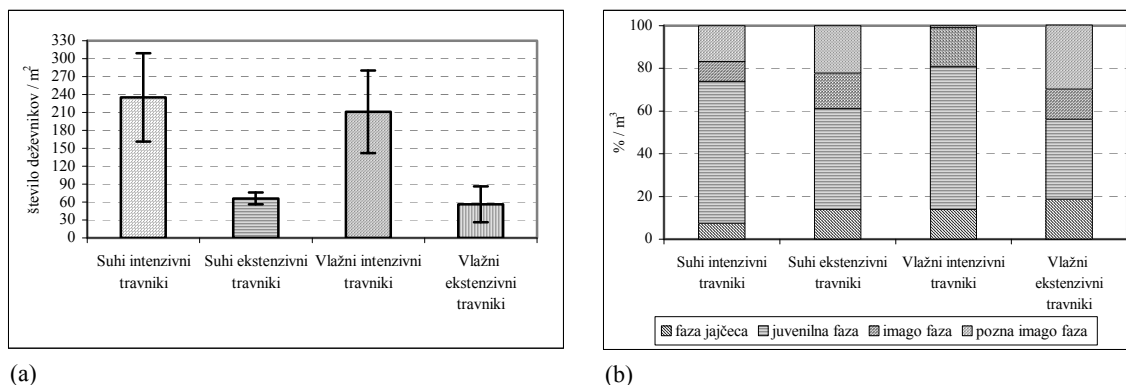
Slika 1: Sposobnost vzorcev tal z različno rabo in vlažnostjo za proces nitrifikacije (a) in denitrifikacije (b)

Deževniki so pomemben člen v pedofavni in so pogosto uporabljeni kot bioindikatorji stanja tal. Med določenimi vrstami deževnikov preučevanih tal nismo našli nobene takšne, ki bi bila uvrščena v rdeči seznam maloščetincev (Oligochaeta) (Pravilnik o uvrstitvi..., 2002).

V okviru projekta smo popisali 10 vrst deževnikov na štirih različnih tipih travnikov. Določili smo: *Aporrectodea rosea* (rožnati deževnik), *Dendrobaena octaedra* (osmerorobi deževnik), *Panonia leoni* (panonski deževnik), *Lumbricus rubellus* (rdeči deževnik), *Eisenia lucens* (svetleči deževnik), *Proctodrilus antipai* (antipajev deževnik), *Eisenia foetida* (smrdeči deževnik), *Dendrodrilus rubidus* (temnordeči deževnik), *Aporrectodea caliginosa caliginosa* (njivski deževnik) in *Octolasion tyrtaeum* (mlečni deževnik).

Večjo vrstno pestrost deževnikov ugotavljamo na intenzivno gojenih travnikih vlažnega in suhega tipa v primerjavi z ekstenzivno gojenimi travniki. Prav tako ugotavljamo na intenzivno gojenih travnikih večjo gostoto deževnikov na volumen tal, kot na ekstenzivno gojenih (sl. 2a). Menimo, da je na gostoto populacije in vrstno pestrost vplivalo predvsem dodatno gnojenje teh zemljišč z organskimi gnojili. Domnevo potrjujejo tudi prisotnosti dveh deževniških vrst (*Eisenia foetida* in *Lumbricus rubellus*), ki sta primerni za gojitev v umetnih gojiščih – v tako imenovani lubrikulturi. Z nanašanjem organskih gnojil na travnike se lahko neposredno ali posredno introducira tudi vrste deževnikov, ki jih drugače ne bi bilo. Vrstna pestrost in gostota populacije deževnikov sta kazalca razlike med ekstenzivno in intenzivno gojenimi travniki.

Za vlažne intenzivno gojene travnike smo izračunali največjo gostoto jajčec na 1 m³ tal. Na vseh tipih travnih zemljišč ugotavljamo največjo število deževnikov v mladostniški (juvenilni) fazi razvoja (sl. 2b). Na osnovi primerjave številčne zastopanosti primerkov v posameznih razvojnih fazah sklepamo, da se je pri ekstenzivno gojenih travnikih pokazala enakomernejša razporeditev gostote primerkov znotraj vseh štirih faz razvoja (jajčece, juvenilna, imago in pozna imago faza razvoja), kar kaže na stabilnost in na naravno ravnovesje biotopa. Ugotavljamo, da je struktura populacije deževnikov v tleh lahko pomemben kazalec ekstenzivno in intenzivno gojenih travnikov.



Slika 2: Gostota populacije deževnikov (a) in delež populacije deževnikov v posameznih življenjskih razvojnih fazah (b) glede na različno vlažnost in intenzivnost gojenja travnikov

4 Sklepi

Na podlagi rezultatov ne moremo govoriti o pretekli sonaravno trajnostni rabi izbranih travnikov v Prekmurju, tudi ne za ekstenzivno gojene travnike znotraj območja Nature 2000. Pedološki in fizikalno-kemijski kazalci niso pokazali značilnih razlik med intenzivno in ekstenzivno gojenimi travniki na območju Prekmurja. Edini kemijski kazalec vplivov kmetijske dejavnosti na vseh travniških lokacijah so vsebnosti pesticidov (atrazin in simazin)

v tleh, ki prav tako ne kažejo na razlike med trajnostno oziroma ne-trajnostno rabo travnikov. Prvi razlog je lahko v pomanjkanju dovolj velikih strnjenih kompleksov ekstenzivnih travnikov, nemotenih od dejavnosti na okoliških kmetijskih zemljiščih. Drug pomembnejši razlog so po našem mnenju poplavalne vode ob obilnem deževju, ki na poplavljenih traviščih povzročajo vertikalne in horizontalne prerazporeditve hranil in onesnažil. Značilne razlike med intenzivno in ekstenzivno oziroma trajnostno in ne-trajnostno rabo travnikov smo dokazali le z biotskimi kazalci. Poleg fitocenoloških popisov, ki so nas vodili že pri izbiri travnikov, so se razlike pokazale v mikrobiološki aktivnosti tal in vrstni sestavi, gostoti populacije in starostni strukturi deževnikov. Pri vrednotenju kvalitete travnikov, z namenom prihodnje sonaravno trajnostne rabe je pomembno hkratno upoštevanje fizikalno-kemijskih kazalcev skupaj z biotskimi. Z ugotovitvami smo odločitev regionalnega razvojnega centra Lendava, da pripravi v sodelovanju z drugimi strokovnimi institucijami načrt sonaravno trajnostnega gospodarjenja z izbranimi travniki na območju Nature 2000, podkrepili.

5 Literatura

- Bakan, B. 2006. Slikovni pregled višjih rastlin Prekmurja. Prispevek k poznavanju flore Prekmurja. Narodna in univerzitetna knjižnica. Ljubljana: 245
- Geodetski zavod Slovenije. 2005. Atlas Slovenije. 4. prenovljena izdaja. Mladinska knjiga, Ljubljana.
- Družinske kmetije po rabi KZU po stat. regijah in občinah, SLO, 2000 by Regije in občine, KZU in enote.
<http://www.stat.si/pxweb/Database/Kmetijstvo/Popis%20kmetijstva/Raba%20zemljišč/Raba%20zemljišč.asp>. November 2006.
- ISO 10381-1. 1996. Soil quality - Sampling, Part 1: Guidance on the design of sampling programmes.
- ISO 10381-2. 1996. Soil quality - Sampling, Part 2: Guidance on sampling techniques.
- ISO 10381-3. 1996. Soil quality - Sampling, Part 3: Guidance on safety.
- ISO 10381-4. 1996. Soil quality - Sampling, Part 4: Guidance on the procedure for investigation of natural, near natural and cultivated sites.
- ISO 10381-6. 1993. Soil quality - Sampling, Part 6: Guidance on the collection, handling and storage of soil for the assesment of aerobic microbial processes in the laboratory.
- ISO 10390. 1996. Soil quality – Determination of pH.
- ISO/TR 11046. 1997, Soil quality - Determination of mineral oil content - Method by infrared spectrometry and gas chromatographic method.
- ISO 11464. 1994. Soil quality - Pretreatment of samples for physico-chemical analyses.
- ISO14507. 2003. Soil quality - Pretreatment of samples for determination of organic contaminants.
- ISO 23612-1. 2006. Sampling of soil invertebrates – Hand-sorting and formalin extraction of earthworms.
- Kuštor, V. 2006. Krajinski park Goričko živi z naravo. Javni zavod Krajinski park Goričko. Grad. 1. natis: 20-23
- MOP ARSO 2006. Interaktivni naravovarstveni atlas. Ljubljana.
- Mršić, N. 1991. Monograph on Earthworms (Lumbricidae) of the Balkans. Monografija o deževnikih (Lumbricidae) Balkana. Ljubljana, Slovenska akademija znanosti in umetnosti: 355
- Mršić, N. 1997. Živali naših tal. Uvod v pedozoologijo – sistematika in ekologija s splošnim pregledom talnih živali. Tehniška založba Slovenije, Ljubljana, 1. natis: 416
- Mršić, N., Novak, T. 1995. Vzorčenje in določanje talnih živali. Zavod republike Slovenije za šolstvo, Ljubljana: 109
- SIST DIN 38406-29. 2000. German standard methods for the examination of water, waste water and sludge - Cations (group E) Determination of 61 elements by inductively coupled plasma mass spectrometry (E 29)
- SIST ISO 14235. 1999. Soil quality - Determination of organic carbon by sulfochromic oxidation
- SIST ISO 5666. 2000. Water quality - Determination of mercury
- Statistični letopis republike Slovenije 2000. Statistični urad Republike Slovenije.

- Stopar, D., Mahne, I. 1999. Praktikum iz Mikrobiologije. Ljubljana: Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo: 75
- Uradni list RS št. 68/1996. Uredba o mejnih, opozorilnih in kritičnih imisijskih vrednosti nevarnih snovi v tleh: 5773 - 5574
- Uradni list RS št. 68/1996. Uredba o vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla: 5769 - 5773
- Uradni list RS št. 55/1997. Pravilnik o obratovalnem monitoringu pri vnosu nevarnih snovi in rastlinskih hranil v tla: 4766 - 4768
- Uradni list RS, št. 82/2002. Pravilnik o uvrstitvi ogroženih rastlinskih in živalskih vrst v rdeči seznam. Priloga 33: 8967

Uporaba fitofarmacevtskih sredstev v pridelavi zelenjave

Iris ŠKERBOT¹

Izvilleček

V Sloveniji je okoli 1800 tržnih pridelovalcev vrtnin. Zelenjavo pridelujejo na konvencionalen, integriran in/ali ekološki način. Pidelovalci smejo uporabljati določena fitofarmacevtska sredstva skladno z zahtevami posamezne pridelave. V prispevku je predstavljena vrtnarska pridelava v Sloveniji ter nekatere težave pri izvajanju varstva rastlin pred škodljivimi organizmi in možnosti za njihovo reševanje.

Ključne besede: zelenjava, konvencionalna pridelava, integrirana pridelava, ekološka pridelava, fitofarmacevtska sredstva, varstvo rastlin

Use of pesticides in vegetable production

Abstracts

In Slovenia there are about 1800 market producers of vegetable. Vegetables are produced on conventional, integrated and/or ecological way. Producers may use pesticides according to demands for each way of production. Production of vegetables in Slovenia is presented in the paper. Some problems at plant protection against harmful pests and some possibilities for theirs solution are pointed.

Key words: vegetables, conventional production, integrated production, ecological production, pesticides, plant protection

1 Uvod

Za številne kmetije v Sloveniji je značilna omejenost z njivskimi zemljišči. Na mnogih, predvsem manjših, kmetijah so možnost za pridobivanje dohodka že pred leti videli v usmeritvi v delovno intenzivno pridelavo zelenjave. Večina pridelovalcev je zelenjavo pridelovala na konvencionalen način in redke izjeme na ekološki način. Širjenje integriranega načina pridelave zelenjave v večini zahodnoevropskih držav (Avstrija, Švica, Nemčija, Italija, Nizozemska,...) je vzpodbudilo tudi naše strokovnjake in pridelovalce za uvajanje tovrstnega načina pridelave v Slovenijo. Konec leta 1997 so na devetih izbranih kmetijah/posestvih v Podravju pričeli uvajati integriran način pridelave zelenjave (Bavec, 2000). Danes v Sloveniji pridelujemo zelenjavo na konvencionalen, integriran in ekološki način. Za vse tri načine pridelave je skupno, da smejo pridelovalci za zagotavljanje tako količine kot tudi kakovosti pridelka po potrebi uporabljati tudi fitofarmacevtska sredstva. Pravilna uporaba fitofarmacevtskih sredstev je opredeljena v Zakonu o fitofarmacevtskih sredstvih (Ur. l. RS, 98/2004), podatki o trenutno registriranih fitofarmacevtskih sredstvih v Sloveniji pa so zbrani na Ministrstvu za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano, Fitosanitarni upravi Republike Slovenije in so na različne načine dostopni javnosti.

Pidelovalci, vključeni v ekološko ali integrirano pridelavo, morajo pri izbiri fitofarmacevtskih sredstev še dodatno upoštevati zahteve, prepovedi in priporočila, ki jih opredeljuje način pridelave, za katerega se je pridelovalec prostovoljno odločil. Pri integriranem načinu pridelovanja morajo pri izbiri upoštevati seznam dovoljenih fitofarmacevtskih sredstev, ki je sestavni del vsakoletnih tehnoloških navodil za integrirano pridelavo zelenjave, pridelovalci, ki pridelujejo zelenjavo na ekološki način, so pri odločitvi za izbiro fitofarmacevtskega sredstva dodatno omejeni na uporabo sredstev, ki vsebujejo

¹ Univ. dipl. inž. agr., KGZS – Zavod CE, Oddelek za kmetijsko svetovanje, Cesta Žalskega tabora 1, 3310 Žalec

aktivne snovi, ki so dovoljene za uporabo v ekološkem kmetovanju in so opredeljene v pravilniku o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil (MKGP, 2003).

Zakonska osnova za izvajanje biotičnega varstva v Sloveniji je podana v Zakonu o zdravstvenem varstvu rastlin in v letu 2006 sprejetem Pravilniku o Biotičnem varstvu rastlin.

Vsem načinom pridelave je skupno, da bi imeli pridelovalci pri pridelavi manj težav, če bi za osnovo varstva rastlin pred škodljivimi organizmi upoštevali optimalno kombinacijo biotičnih, biotehnoških, kemijskih, obdelovalnih ali gojitvenih ukrepov in bi pri tem uporabo kemičnih sredstev za varstvo rastlin omejili na najnujnejšo uporabo. Do težav prihaja v praksi zato, ker za obvladovanje mnogih škodljivih organizmov na zelenjavi, ki jih pridelujemo na naših kmetijah/posestvih, v Sloveniji bodisi ne poznamo učinkovitih agrotehničnih ukrepov, nimamo registriranih ustreznih fitofarmaceutskih sredstev, še nimamo tako razvitega biotičnega varstva, kot v sosednjih državah, ... Na policah naših trgovin pa se znajde skupaj tako v Sloveniji pridelana zelenjava, kot pridelana in pripeljana iz sosednjih držav.

2 Vrtnarska pridelava v Sloveniji

Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije se je v obdobju 2000-2003 število pridelovalcev zelenjave zmanjševalo (pregl. 1). Zmanjševale so se tudi površine, na katerih se je pridelovala zelenjava (pregl. 2). Tržni pridelovalec je v letu 2000 v povprečju obdeloval 0,8 ha osnovne površine, v letu 2003 pa 0,9 ha. Po podatkih Statističnega urada Republike Slovenije so slovenski pridelovalci zelenjave v letu 2000 in 2003 pridelovali preko 40 različnih vrst zelenjave.

Preglednica 1: Vrtnarska pridelava (zajema pridelavo zelenjadnic, zelišč, jagod in gob ter pridelavo cvetja in okrasnih rastlin) v Sloveniji v letih 2000 in 2003 (SURS, 2001 in 2004)

Leto 2000		Leto 2003	
Osnovna površina (ha)	Število tržnih pridelovalcev	Osnovna površina (ha)	Število tržnih pridelovalcev
1941	2318	1741	1867

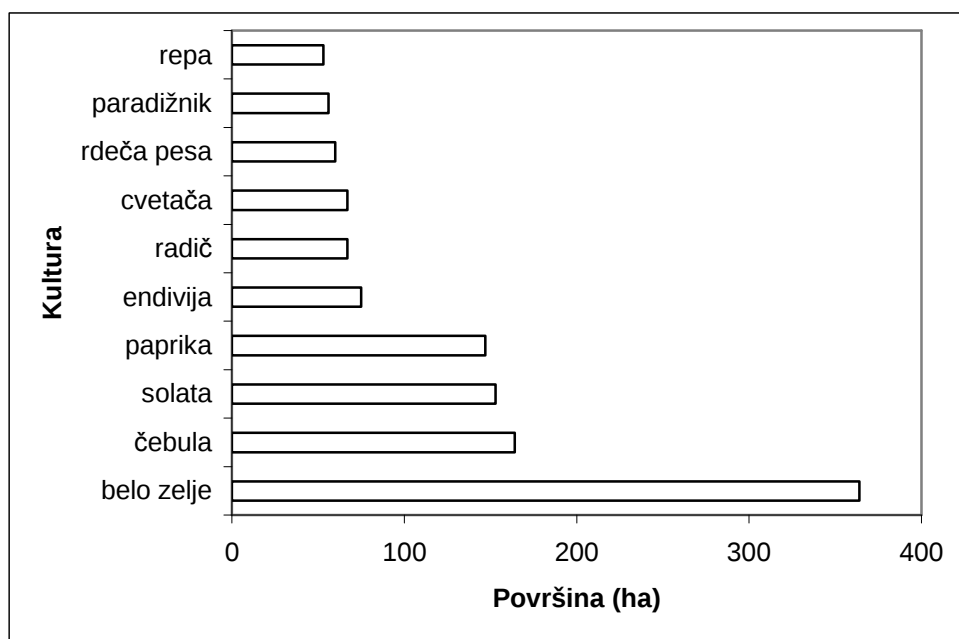
Preglednica 2: Število pridelovalcev vrtnin glede na način pridelovanja v letu 2000 in 2003 (SURS, 2001 in 2004)

Način vrtnarske pridelave	Leto 2000	Leto 2003
Konvencionalni	1997	1435
Integrirani	275	394
Ekološki	46	38
Skupaj	2318	1867

Pidelovalci zelenjave so v letu 2003 na več kot 100 ha površin pridelovali belo zelje (za svežo uporabo in/ali za kisanje), čebulo, solato in papriko, na več kot 50 ha površin so pridelovali 10 vrst zelenjave (slika 1), na 10 ha površin pa so pridelovali 29 vrst zelenjave (SURS, 2004).

3 Varstvo zelenjave pred škodljivimi organizmi

Skladno z dobro kmetijsko prakso varstva rastlin mora tudi varstvo zelenjave pred škodljivimi organizmi temeljiti na izvajanju potrebnih preventivnih ukrepov v pridelavi. Preden pridelovalec za reševanje težav z boleznimi, škodljivci ali pleveli v posevku zelenjave poseže po kemičnem varstvu oziroma uporabi fitofarmacevtska sredstva, mora izčrpati možne mehanske, biološke in biotehnične ukrepe. Pri odločanju za uporabo fitofarmacevtskih sredstev mora upoštevati prag škodljivosti in napovedi prognostične službe, prednost pa ima uporaba fitofarmacevtskih sredstev, ki so okolju prijaznejša in selektivna za neciljne (koristne) organizme.



Slika 1: Vrste zelenjave pridelovane na več kot 50 ha površin v Sloveniji v letu 2003 (SURS, 2004)

3.1 BIOTIČNO VARSTVO

Biotično varstvo temelji na uporabi živih organizmov oziroma njihovih produktov za preprečevanje ali zmanjševanje izgub oziroma škode, ki jo povzročajo rastlinam škodljivi organizmi. Biotično varstvo je način obvladovanja škodljivih organizmov v kmetijstvu in gozdarstvu, ki uporablja žive naravne sovražnike, antagoniste ali kompetitorje ali njihove produkte in druge organizme, ki se ne morejo sami razmnoževati (Zakon..., 2005).

V sosednjih državah z intenzivno pridelavo zelenjave imajo veliko izkušenj z biotičnim varstvom, pridelovalci zelenjave v Sloveniji pa zelo malo, večina skoraj nič. V letu 1998 sta bila v okviru ciljne raziskovalne naloge "Integrirana pridelava zelenjave – smernice, uvajanje novih postopkov in trženje" izvedena dva vnosa koristnih organizmov v zaščitene prostore na devetih lokacijah v Podravju (Bavec, 2000). Nekaj podobnih poskusov je sledilo v naslednjih letih, opravljeno pa je bilo tudi več laboratorijskih raziskav o možnostih laboratorijskega razmnoževanja koristnih organizmov.

Vzrokov za nerazširjenost takšnega načina varstva rastlin v Sloveniji je več. Pomembno zaviralno vlogo je do zdaj imela na tem področju tudi nedorečena zakonodaja. Večina potencialnih uporabnikov ima še premalo znanja o možnostih, ki jih ponuja biotično varstvo, za mnoge pa je in bo ovira tudi preslabo podrobnejše poznavanje povzročiteljev poškodb,

bolezni in antagonistov in poznavanje povezav med biotičnimi in abiotičnimi dejavniki. Ker imamo pri tem načinu varstva v večini primerov opravka z živimi organizmi, katerih vitalnost lahko prizadene tudi transport in neprimerno rokovanje z njimi, predstavlja oviro za širitev tega načina varstva tudi to, da nimamo v Sloveniji nobenega laboratorija, v katerem bi masovno razmnoževali antagoniste in ustrezno usposobljenih distributerjev.

3.2 UPORABA FITOFARMACEVTSKIH SREDSTEV

V primeru, da je pridelovalec izčrpal vse možne mehanske, biološke in biotehnične ukrepe in da težav s škodljivimi organizmi še ni rešil, poseže po fitofarmacevtskih sredstvih. Pri izbiri primernega sredstva mora pridelovalec upoštevati veljavno zakonodajo, ki pokriva področje varstva rastlin. V Zakonu o fitofarmacevtskih sredstvih je jasno opredeljena pravilna uporaba fitofarmacevtskih sredstev, ki določa, da se le-ta smejo uporabljati v skladu z navodilom in navedbo na etiketi, vključno s pripravo predpisane koncentracije, spoštovanjem načel dobre kmetijske prakse, integriranega varstva rastlin, če je mogoče tudi varovanja okolja in nečiljnih organizmov. Svetovati, oglaševati in priporočati se sme le uporaba registriranih fitofarmacevtskih sredstev za namene, določene z odločbo o registraciji in navodilom za uporabo ter v skladu z navedbo na etiketi (Ur. l. RS 98/2004).

'Majhnost' slovenskega tržišča predstavlja za pridelovalce že nekaj let nepremostljive težave, saj je zaradi manjših površin pod posameznimi vrstami zelenjave v Sloveniji (površine niso primerljive s sosednjimi državami) temu primerno skromnejši tudi izbor fitofarmacevtskih sredstev za uporabo na zelenjavi v Sloveniji v primerjavi s sosednjimi državami (pregl. 3). Izbor je v večini primerov vezan le na kulture, ki jih pridelujemo na večjih površinah, kulture na manjših površinah pa ostajajo nepokrite. Zavedati se moramo, da nekatere vrste zelenjave, ki jih pridelujejo pridelovalci v Sloveniji, z vidika nekaterih sosednjih držav, ki imajo intenzivno pridelavo zelenjave na večjih površinah, zanje pomenijo 'male kulture', za mnoge naše pridelovalce pa so lahko te kulture življenjsko pomembne.

4 Rešitve

4.1 BIOTIČNO VARSTVO

Stroka mora tudi pri nas poskrbeti za seznanjanje potencialnih uporabnikov z biotičnim načinom varstva rastlin, z osnovami takšnega varstva, obstoječo zakonodajo in jih seveda oskrbeti tudi s praktičnim znanjem za izvedbo takšnega načina varstva rastlin. Osveščeni in usposobljeni potencialni uporabniki bodo tudi vzpodbuda za slovenske laboratorije, v katerih bi lahko razmnoževali koristne organizme in z njimi oskrbovali slovenske uporabnike.

4.2 KEMIČNO VARSTVO

Kljub temu da je pridelava zelenjave dohodkovno še vedno zanimiva kmetijska panoga in imamo za pridelavo v Sloveniji tudi primerne pogoje, zaradi številnih težav pri proizvodnji (postavitve zavarovanih prostorov, urejanje namakalnih sistemov,...) in tudi pri prodaji (organiziranost pridelovalcev, urejenost trga,...) verjetno ne moremo pričakovati, da bi pridelavo zelenjave lahko razširili na tolikšno površino, da postala nekatera fitofarmacevtska sredstva tržno tako pomembna kot so na primer herbicidi za uporabo na koruznih poljih. Na takšen način očitno ne bomo pridobili registracij za potrebna dodatna fitofarmacevtska sredstva za uporabo v pridelavi manj razširjenih kultur. Ena od možnih in trenutno verjetno tudi najlažje izvedljivih rešitev je sprememba obstoječe zakonodaje v smislu poenostavitve postopkov za registracijo fitofarmacevtskih sredstev oziroma razširitev registracij za uporabo fitofarmacevtskih sredstev na tako imenovanih malih kulturah.

Preglednica 3: Nekatere vrste zelenjave, ki jih pridelujemo v Sloveniji, in primerjava fitofarmacevtskih sredstev, ki so jih lahko v Sloveniji oziroma Nemčiji pridelovalci v letu 2005 uporabili v teh kulturah (Seznam ..., 2004/2005 in Gemüse, 2005)

Vrsta zelenjave	Škodljivi organizem	Sredstvo, registrirano v Sloveniji	Sredstvo, registrirano v Nemčiji
Endivija	Pleveli	propizamid	fluazifop-P, pendimetalin, propizamid
	Siva plesen (<i>Botrytis cinerea</i>), črna solatna gniloba (<i>Rhizoctonia solani</i>), bela gniloba solate (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i> ali <i>Sclerotinia minor</i>)	/	tiram, tolilfluamid
	Solatna plesen (<i>Bremia lactucae</i>)	/	fosetil, folpet+metalaksil-M, mankozeb+dimetomorf, mankozeb+metalaksil-M, metiram, propamokarb
	Sesajoči in grizoči insekti	/	kalijevo milo, imidaklopid, lambda-cihalothrin, pirimikarb, pimetozin
Rdeča pesa	Pleveli	fluazifop-P-butil, kloridazon	cikloksidim, fenmedifam + etofumesat + desmedifam, fluazifop-P-butil, kloridazon, klentodim, metamitron
	Pesna pepelasta plesen (<i>Erysiphe betae</i>)	/	eposikonazol, epoksikonazol + krezoksim-metil, lecitin, žveplo
	Pesna listna pegavost (<i>Cercospora beticola</i>), siva pesna listna pegavost (<i>Ramularia beticola</i>)	/	azoksistrobin, difenokonazol, eposikonazol, epoksikonazol + krezoksim-metil
	Sesajoči in grizoči insekti	/	kalijevo milo, lambda-cihalothrin, pirimikarb
Korenje	Pleveli	cikloksidim, linuron, propakvizafop, tepraloksidim, trifluralin	aklonifen, fluazifop-P, fluazifop-P-butil, klomazon, kvazialofop-P-etil, metribuzin, pendimetalin, tepraloksidim
	Pepelovka kobulnic (<i>Erysiphe heraclei</i>)	difenokonazol	azoksistrobin, difenokonazol, trifloksistrobin, žveplo
	Korenjev listni ožig (<i>Alternaria dauci</i>), črna korenjeva gniloba (<i>Alternaria radicina</i>), siva pegavost korenjevega listja (<i>Cercospora carotae</i>)	azoksistrobin, difenokonazol, klorotalonil	azoksistrobin, difenokonazol, trifloksistrobin, tebukonazol
	Listne uši, korenjeva bolšica (<i>Trioza viridula</i>), korenjeva zavrtalka (<i>Napomyza carotae</i>)	pirimikarb	<i>Bacillus thuringiensis</i> var. Aizawai, lambda-cihalothrin
	Korenjeva muha (<i>Psila rosae</i>)	/	klorfenvinfos

... nadaljevanje preglednice s prejšnje strani

Vrsta zelenjave	Škodljivi organizem	Sredstvo, registrirano v Sloveniji	Sredstvo, registrirano v Nemčiji
Motovilec	Pleveli	/	cikloksidim, napropamid, trifluralin+napropamid, metobromuron, trifluralin
	Pepelovka motovilca (<i>Erysiphe communis</i>), pepelovka bučnic (<i>Erysiphe polyphaga</i>)	/	tolilfluamid
	Siva plesen (<i>Botrytis cinerea</i>)	/	iprodion, tolilfluamid
	Sesajoči in grizoči insekti	/	cipermetrin, indoksakarb, piretrin
Hren	Pleveli	/	fluazifop-P, metazaklor, pendimetalin, tepraloksidim
	Kapusova plesen (<i>Peronospora parasitica</i>), bela rja križnic (<i>Albugo candida</i>)	/	azoksistrobin
	<i>Erysiphe cruciferarum</i> ,	/	difenokonazol, lecitin
	Redkova pegavost (<i>Alternaria raphani</i>)	/	azoksistrobin, difenokonazol
	Sesajoči in grizoči insekti	/	lambda-cihalothrin
	Insekti	/	lambda-cihalothrin, pirimikarb

5 Sklepi

Za uspešnega pridelovalca zelenjave ni dovolj zgolj to, da pridelava zelenjavo visoke notranje in zunanje kakovosti, saj mora le to tudi uspešno prodati. Da pridelovalec pride tako daleč, da bo prodal svoj pridelek, mora v pridelavo vložiti veliko svojega dela, znanja, sredstev,... Vse skupaj seveda želi izpeljati s čim nižjimi stroški, podobno kot večina pridelovalcev v sosednjih državah, saj se običajno srečujejo na istem trgu. Zato da ohranimo domače pridelovalce in posredno preko tega oskrbujemo slovenske kupce tudi s kakovostno, v Sloveniji pridelano zelenjavo, ter na ta način poskrbimo tudi za ohranjanje naše kulturne krajine, moramo vsi skupaj tudi kot stroka poskrbeti za rešitev nastalih razmer in po tej plati doprinesiti svoj delež h konkurenčnosti naših pridelovalcev.

6 Literatura

- Bavec, M., Zadravec, D.; Potočnik, J. 2000. Uvajanje integrirane pridelave zelenjave v Sloveniji. Zbornik simpozija Novi izzivi v poljedelstvu, Ljubljana 2000: 252-259
- Pflanzenschutz-Tabellen für den Erwebs-gemüsebau. Gemüse 2005, 3:1-56
- Milevoj, L. 1998. Perspektive biotičnega varstva rastlin v Sloveniji. Kmetijstvo in okolje, Zbornik TZS, Bled 12. – 13.3.1998: 163-171
- MKGP – FURS. 2005. Seznam registriranih fitofarmacevtskih sredstev 2004/2005: 7-39
- MKGP. 2006. Tehnološka navodila za integrirano pridelavo zelenjave leto 2006: 1-118
- Pravilnik o biotičnem varstvu rastlin. Ur. list RS, 45/2006: 1-5
- Pravilnik o ekološki pridelavi in predelavi kmetijskih pridelkov oziroma živil. Ur. list RS, 31/2001 in 52/2003
- Statistični urad Republike Slovenije. 2001. Popis vrtnarstva 2000. Rezultati raziskovanj št. 756/2001: 1-52
- Statistični urad Republike Slovenije. 2004. Popis vrtnarstva 2003. Statistične informacije, 189: 1-6
- Zakon o fitofarmacevtskih sredstvih (prečiščena verzija). Ur. list RS, 98/2004
- Zakon o zdravstvenem varstvu rastlin (uradno prečiščeno besedilo). Ur. list RS, 23/2005

Učinkovitost nekaterih fungicidov na glivo *Alternaria brassicicola* (Schwein) Wiltshire, izolirano iz strniščne repe (*Brassica rapa* subsp. *rapa* /DC/ Metzg.)

Lea MILEVOJ¹, Barbara ŠTUPAR², Franci CELAR³

Izvleček

Gliva *Alternaria brassicicola* (Schweinitz) Wiltshire je izolirana iz listov repe *Brassica rapa* subsp. *rapa* leta 2001 iz okolice Kranja. V laboratorijskem poskusu je preučevan vpliv fungicidov mankozeba (Dithane M45), metirama (Polyram DF), procimidona (Sumilex 50 FL), cimoksanila (Aviso DF) in propineba (Antracol) na rast micelija v petrijevkah, v laboratorijskih razmerah. Temperatura inkubacije je bila 22 °C, v temi, hranilna podlaga PDA. Fungicidi so bili uporabljeni v dveh različnih odmerkih (nižjem in višjem) kakor se komercialno priporočajo. Prirast micelija je merjena skozi 30 dni. Najboljši fungicidni učinek je pokazal mankozeb v obeh odmerkih. Gliva ni sporulirala v nobenem primeru.

Ključne besede: *Alternaria brassicicola*, strniščna repa, gliva, fungicidi

Efficacy of some fungicides against *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire isolated from *Brassica rapa* subsp. *rapa* /DC/ Metzg.

Abstract

The fungus *Alternaria brassicicola* (Schweinitz) Wiltshire was isolated from infested leaves of *Brassica rapa* subsp. *rapa* (vicinity of Kranj) and determined in 2001. The effect of fungicides mancozeb (as Dithane M45), metiram (as Polyram DF), procymidone (as Sumilex 50 FL), cymoxanil (as Aviso DF) and propineb (as Antracol) on the mycelial growth in Petri dishes was investigated under lab. conditions. The temperature was of 22 °C in the darkness. The culture medium was PDA. Fungicides were applied at 2 different commercial rates (at low dosages and higher dosages). After inoculation an increase in the growth of the mycelia through 30 days was measured. Mancozeb was the most effective in suppressing mycelial growth at the both dosages. No sporulation was noted in any of the above treatments.

Key words: *Alternaria brassicicola*, turnip, fungi, fungicides

1 Uvod

Strniščno repo (*Brassica rapa* L. subsp. *rapa* /DC/ Metzg.) že od nekdaj sejemo kot strniščni dosevek na ozemlju Slovenije. Po zadnjih podatkih repo gojimo na okrog 1000 ha, za domačo uporabo in tudi za izvoz. Uporabljamo jo v ljudski prehrani in za krmljenje živini.

Na repi se razvijajo nekateri patogeni organizmi in škodljivci, ki pa so na tej rastlini malo preučevani. Kapusovi bolhači (*Phyllotreta* spp.) objedajo listje takoj po vzniku repe julija in kasneje v avgustu tako, da jih je treba zatirati, če bi poškodovali več kot 10 % listne površine. Pomemben škodljivec strniščne repe je repna grizlica (*Athalia rosae* L.), katere drugi rod se pojavlja v juliju in avgustu, ko se hrani na strniščni repi, če je na voljo. Med boleznimi na repi smo ugotovili golšavost kapusnic (*Plasmodiophora brassicae* Woronin) v okolici Kranja. Kus (1997) poroča, da je jeseni leta 1993 na strniščni repi izbruhnila huda virusna bolezen, ki je dobesedno uničila precej posevkov repe. Ugotovil je dva virusa mozaik strniščne repe (TuMV) in virus zahodne rumenice pese (BWYV), ter da je siva breskova uš (*Myzus persicae*

¹ Prof., dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, Slovenija

² Dipl. inž. agr., Gozdarski inštitut Slovenije, Večna pot 2, 1000 Ljubljana, Slovenija

³ Doc. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, 1111 Ljubljana, Slovenija

Sulz.) najpomembnejša prenašalka obeh virusov in da obstaja tesna povezava med dinamiko poletne selitve sive breskove uši prek posevkov strniščne repe. Janežič (1957) omenja vrsto *Alternaria brassicae* na kapusnicah in repi razširjeno po celotnem območju Slovenije. Wick (1990) navaja, da vrsti *A. brassicae* in *A. brassicicola* povzročata črnobo na brokoliju, zelju, cvetači, hrenu, kolerabi, gorjušici, redkvi, oljni ogrščici in repi. Schwartz in Gent (2005) pa pišeta, da je *A. brassicicola* problematična na zelju in kitajskem kapusu v hladnem in deževnem vremenu. Gliva se razširja s trosi in okužuje rastline skozi naravne odprtine in skozi rane. Dillard, Cobb in Lamboy (1998) so ugotovili, da glivo prenaša bolhač *Phyllotreta crucifera* Goeze. Vzdržuje se na ostankih rastlin in tudi na plevelih iz družine križnic. Črnoba kapusnic (*Alternaria* spp.) je občasno tako problematična, da so jo kmetje na prelomu tisočletja zatirali kemično s fungicidi. Sedaj ni pri nas nobenega sredstva registriranega za uporabo na strniščni repi. To nas je vzpodbudilo, da smo najprej pregledali posevke strniščne repe z znamenji črnobe kapusnic in odvzeli vzorce zaradi določitve povzročitelja. V nadaljevanju smo preučili delovanje nekaterih fungicidov na izolirano glivo v laboratorijskem poskusu.

2 Material in metode dela

Izolacijo povzročitelja črnobe iz listov repe smo opravili po standardnem postopku v laboratoriju Katedre za entomologijo in fitopatologijo na Biotehniški fakulteti. Glivo smo gojili na krompirjevem dekstroznem gojišču (PDA), inkubirali v gojitveni omari IZR Škofja Loka LO 650, pri temperaturi 22 °C, 10 dni v temi. Na podlagi morfologije trosov in ob uporabi ustreznega ključa (Rotem, 1994) smo determinirali vrsto *Alternaria brassicicola* (Schweinitz) Wiltshire. V nadaljnji raziskavi smo za gojenje glive *in vitro* uporabljali sterilne Petrijeve posodice (petrijevke) premera 90 mm. Uporabljeni fungicidi so predstavljeni v preglednici 1.

Preglednica 1: Uporabljeni fungicidi

Fungicid	Aktivna snov	Priporočeni (uporabljeni) odmerki
Sumilex 50 FL	procimidon 500 g/l	1 - 1,5 l/ha (0,02 in 0,03 ml na 10 ml vode)
Dithane M 45	mankozeb 80%	2 - 2,5 kg/ha (40 in 50 mg na 10 ml vode)
Polyram DF	metiram 80%	2 kg/ha (36 in 40 mg na 10 ml vode)
Aviso DF	metiram 57% + cimoksanil 4,8%	2 - 2,5 kg/ha (40 in 50 mg na 10 ml vode)
Antracol	propineb 70%	1,5 - 1,8 kg/ha (30 in 36 mg na 10 ml vode)

Polyram DF smo uporabili tudi v nižjem odmerku 1,8 kg/ha, ki smo ga sami določili. Vsi navedeni fungicidi so pri nas registrirani, vendar nobeden za uporabo v repi ali za zatiranje glive *A. brassicicola*. Dithane M-45, Polyram DF in Antracol se priporočajo na primer za zatiranje vrste *A. solani* v krompirju, Aviso DF, ki vsebuje metiram in cimoksanil zatira krompirjevo plesen na krompirju, Sumilex 50FL se priporoča za zatiranje povzročiteljev bolezni v oljni ogrščici. Za vsak fungicidni odmerek in kontrolo brez fungicida, smo naredili pet ponovitev. Vse smo delali v brezprašni komori. V vsako petrijevko smo nalili 10 ml raztopljene PDA hranilne podlage z ustreznimi odmerki fungicidov. Za 10 ml te raztopine smo uporabili 0,39 g PDA ter ustrezní odmerek fungicida. Hranilno podlago smo predhodno raztopili in ohladili do takšne temperature, da fungicid ni izgubil svojih lastnosti delovanja. Nato smo zmes enakomerno prelili v posamezno sterilno petrijevo posodico in jo s standardnimi gibi enakomerno premešali. Ko se je hranilna podlaga strdila, smo v sredino prenesli inokulacijski košček micelija glive *A. brassicicola*, velikosti 0,30 cm² iz deset dni

starih kultur. Glivo smo nato gojili 30 dni v že prej omenjeni gojitveni omari, v temi. Inkubacijska temperatura je bila 22 °C.

Prirast micelija smo spremljali 30 dni, priraste pa merili in zapisovali prvih 7 dni vsak dan, ostalih 23 dni pa vsak drugi dan. Prirast smo označevali na dno Petrijeve posode z vodo odpornim pisalom in po zadnji meritvi celotne kolonije kopirali na fotokopirnem stroju. Iz podatkov smo izračunali povprečni dnevni prirast micelija ter podatke o vplivu fungicidov na glivo. Po opravljenem 30 dnevnem poizkusu smo vse priraste micelija pri obeh glivah fotokopirali na liste papirja, kakor je bilo že prej omenjeno; nato smo s pomočjo milimeterske mreže na paus papirju izmerili površino micelija, do milimetra natančno. Od skupne površine prirasta smo odšteli površino nacepljenega inokulacijskega koščka.

Vzporedno smo na enak način spremljali tudi rast micelija v kontrolnih petrijevkah. Ob koncu poskusa smo površine micelijev primerjali med seboj. Podatke smo statistično obdelali s pomočjo analize variance. Pri izvedbi poizkusa je pri uporabi posameznih fungicidov prišlo do precejšnjih odstopanj v povprečni površini zrasle glive, zato smo izračunali še koeficient variacije (KV).

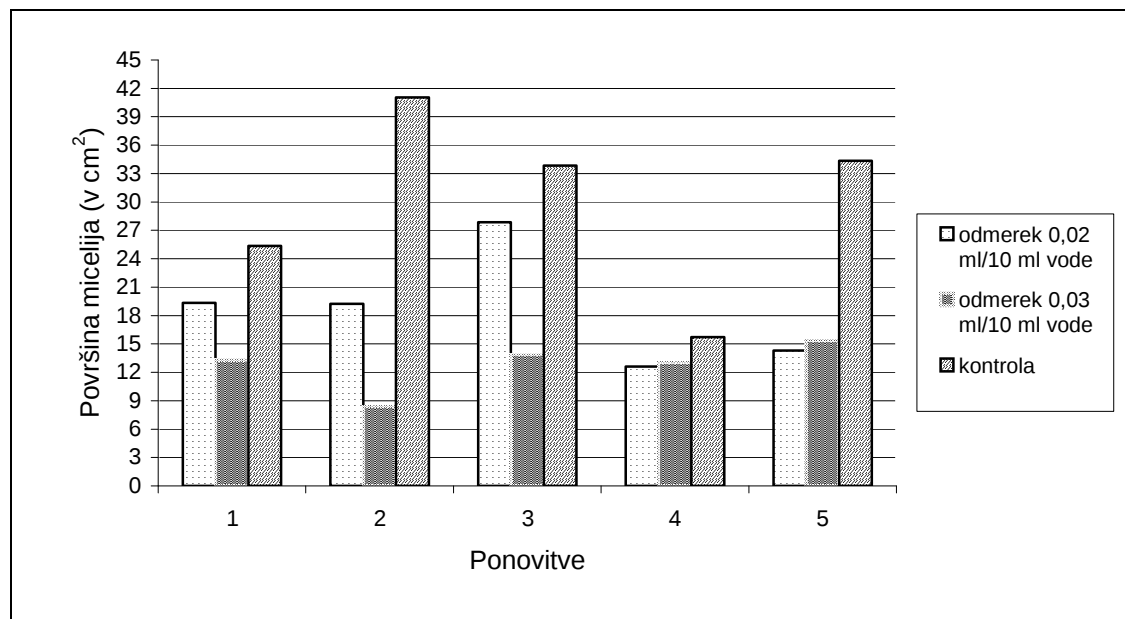
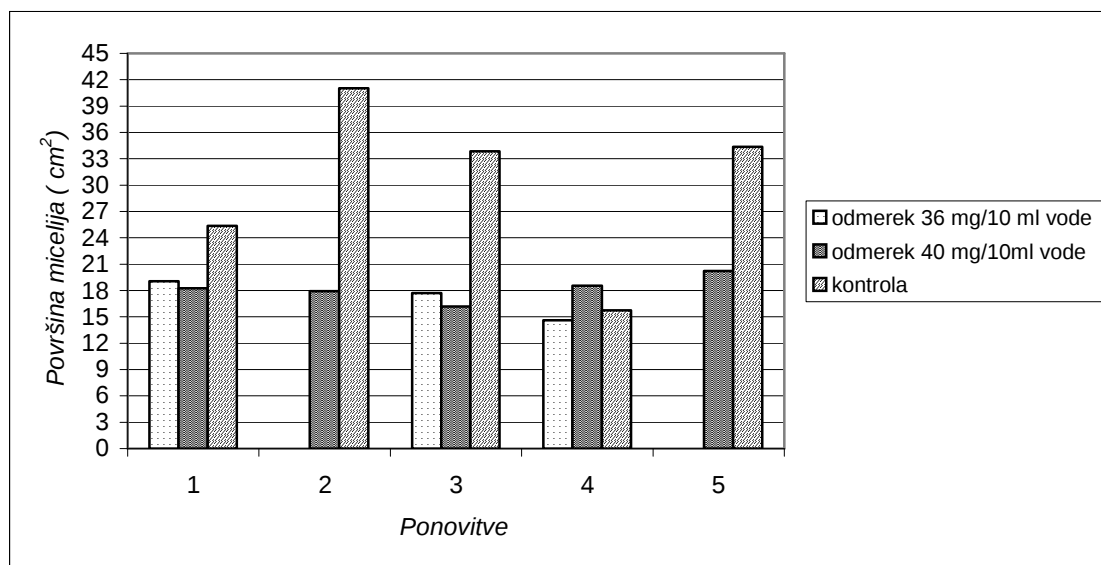
3 Rezultati s diskusijo

3.1 VPLIV FUNGICIDOV NA RAST MICELIJA GLIVE *ALTERNARIA BRASSICICOLA*

Iz okuženih listov repe z njiv v okolici Kranja smo leta 2001 izolirali in determinirali glivo *Alternaria brassicicola* (Schweinitz) Wiltshire, ki je pri nas s tem prvič potrjena z izolacijo v čisti kulturi, iz listov repe. Bolezenska znamenja, ki jih povzroča *A. brassicicola*, so podobna tistim, ki jih povzroča vrsta *A. brassicae* (Berk.) Sacc. Pege so sajasto črne barve s klorotičnimi območji na listih. Pojavljajo se lahko že na kličnih listih, kasneje na pravih listih in steblih. Mlade rastlinice so manj dovzetne za okužbo od starejših. Mlajše pege so majhne temnorjave do črne, obrobljene s klorotičnim tkivom. Starejše pege so okrogle s tanko pergamentno sredino, ki je lahko pokrita s trosi (konidiji). Konidiji so temno olivno rjavi oziroma kostanjeve barve. Imajo prečne pregrade. Na mestih prečnih pregrad so zoženi. Pokončne pregrade v konidijih so redkejšje. Konidiji so v verižicah. Sredina pege lahko izpade tako, da so listi videti kot prestreljeni. Gliva se prenaša s semenom in se pojavlja tako na površju semena v obliki trosov in micelija, kot tudi v semenu kot micelij. Okuženo seme slabše kali (Crop Protection Compendium, 1999). Gliva sporulira pri temperaturah med 20 in 30 °C in ob vsaj 13 ur trajajoči vlagi, kar je zagotovljeno ob pogostem dežju. Trose glive raznaša veter ali dežne kaplje, s čimer se bolezen med rastjo repe širi (Pattanamahakul, Strange, 1999). Ainsworth in Sussman (1965) navajata, da okužba listov ponavadi ne vpliva na pridelek rastline.

Izolat glive *A. brassicicola* se je na fungicidne snovi odzival različno. Razlike so bile opažene v zunanjem videzu micelija, kot tudi v intenzivnosti rasti. Rezultati so prikazani grafično po posameznih fungicidih in odmerkih in nazadnje je prikazana kontrola.

Protektivni in kurativni fungicid Sumilex 50 FL (slika 1) je zaviral rast glive *Alternaria* že pri manjšem odmerku 0,02 ml/10 ml vode. Po 30 dnevnem poskusu se je gibala koncentrična rast micelija med 27,86 cm² in 12,61 cm², v povprečju pa 18,67 cm². Povprečen dnevni prirast micelija pri manjšem odmerku je v povprečju znašal 0,62 cm². Zaviranje rasti pri zgornjem odmerku 0,03 ml/10 ml vode je večje, saj je micelij pričel rasti 2 - 3 dni kasneje. Dnevni prirast micelija je bil 0,45 cm². Ob večjem odmerku Sumilexa 50 FL, je bila končna rast micelija zelo izenačena. Prirast glive *Alternaria brassicicola* je odvisen od odmerka fungicida Sumilex 50 FL, ob 5 % tveganju.

Slika 1: Vpliv fungicida Sumilex 50 FL na glivo *Alternaria brassicicola*Slika 2: Vpliv fungicida Polyram DF na glivo *Alternaria brassicicola*

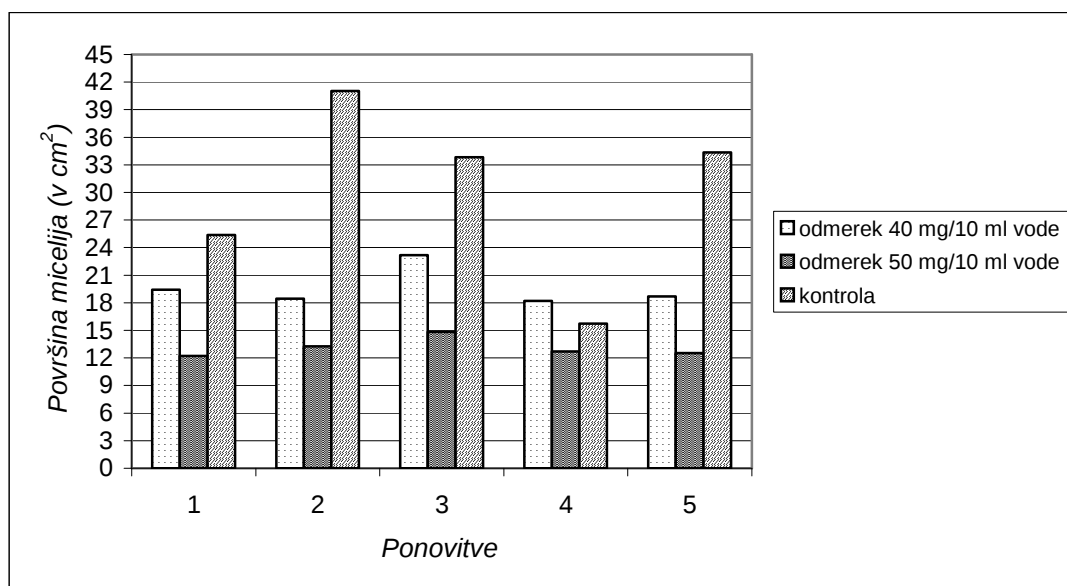
Protektivni fungicid Dithane M 45 je pri manjšem uporabljenem odmerku 40 mg/10 ml vode zavrl rast pri vseh ponovitvah. Pri večjem odmerku 50 mg/10 ml vode je rasel micelij glive le v eni ponovitvi, vendar počasi, enakomerno, koncentrično, brez jasnih prehodov. Dosegel je končno velikost 16,14 cm². Rezultat je razviden iz preglednice 5.

Protektivni fungicid Polyram DF (slika 2) je pri manjšem odmerku 36 mg/10 ml vode zavrl rast pri dveh ponovitvah že na samem začetku, pri večjem odmerku 40 mg/10 ml vode so zrastle vse ponovitve. Pri manjšem odmerku je micelij prirasel največ do 19,06 cm², v

povprečju pa 17,13 cm². Pri zgornjem odmerku je največji micelij dosegel 20,21 cm², povprečje je bilo 18,21 cm². Rast je bila dokaj enakomerna, koncentrična in prirast razločna. Povprečna dnevna prirast pri odmerku 36 mg/10 ml vode je 0,34 cm², pri odmerku 40 mg/10 ml vode pa 0,60 cm².

Prirast glive *Alternaria brassicicola* je odvisen od odmerka fungicida Polyram DF. Trditev postavljamo s 5 % tveganjem.

Aviso DF je učinkoval podobno kot Polyram DF (slika 3), s katerim ga veže aktivna snov metiram, ki je v Aviso DF kombiniran s cimoksanilom. Vendar je večja razlika v rasti med večjim in manjšim odmerkom. Rast micelija pri manjšem odmerku 40 mg/10 ml vode je bila v vseh primerih intenzivnejša kot pri večjem odmerku. Povprečni dnevni prirast micelija je znašal 0,65 cm². Tu je bila najmanjša površina micelijav povprečju 18,21 cm² ter 19,58 cm². Pri večjem odmerku je bil največji micelij 14,81 cm², povprečje rasti pa 13,09 cm². Sama rast je koncentrična in enakomerna, prehodi v rasti micelija so jasni. Pri odmerku 50 mg/10 ml vode je znašal dnevni prirast 0,43 cm².

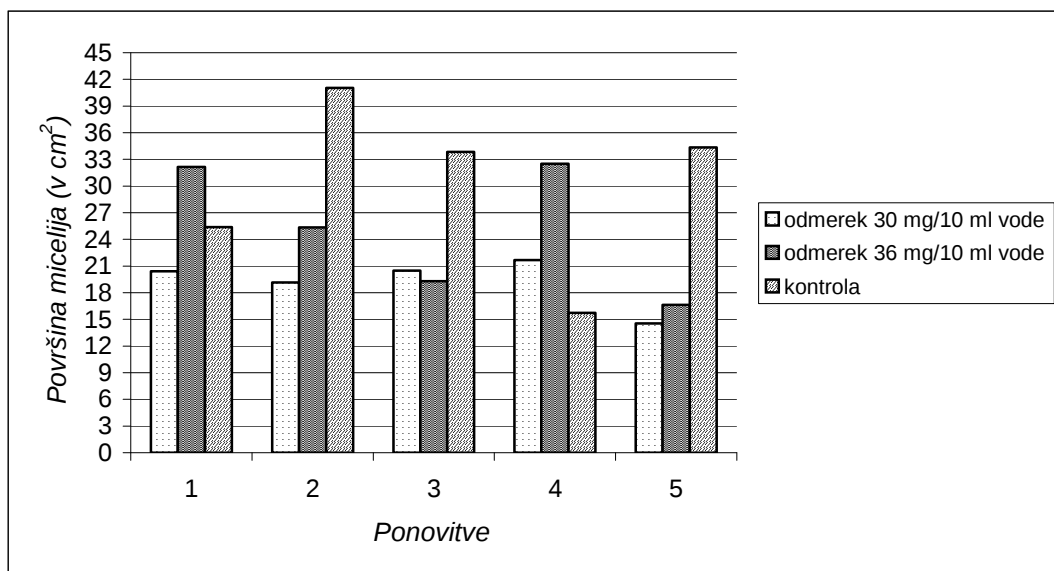


Slika 3: Vpliv fungicida Aviso DF na glivo *Alternaria brassicicola*

Pri uporabi fungicida Aviso DF lahko na podlagi podatkov sklepamo, da je prirast glive *Alternaria brassicicola* odvisen od odmerka fungicida. Trditev postavljamo skoraj brez tveganja.

Od vseh preizkušenih fungicidov je najslabše deloval na glivo *Alternaria brassicicola* protektivni fungicid Antracol (slika 4). Pri večjem odmerku fungicida je gliva bolje rastla kakor pa pri manjšem. To kaže na pojav, ko mikroorganizem izrabi fungicid kot prehranski vir. Pri odmerku 30 mg/10 ml vode je bil največji micelij 21,67 cm², najmanjši pa 14,54 cm², v povprečju 19,25 cm². Pri odmerku 36 mg/10 ml vode je bil največji micelij 32,51 cm², najmanjši 16,63 cm² in v povprečju 25,18 cm². Rast micelija je bila dokaj enakomerna, prehodi pa zelo nejasni. Povprečni dnevni prirasti so znašali 0,64 cm² pri manjšem in 0,83 cm² pri večjem odmerku fungicida.

Na podlagi vzorčnih podatkov sklepamo, da je prirast glive *Alternaria brassicicola* odvisen od odmerka fungicida Antracol. Trditev postavljamo s 5 % tveganjem.



Slika 4: Vpliv fungicida Antracol na glivo *Alternaria brassicicola*

3.2 ANALIZA VARIABILNOSTI POVPREČNEGA PRIRASTA GLIVE *ALTERNARIA BRASSICICOLA*

Koeficient variacije je pri manjšem odmerku fungicidov znašal 56,20 %, pri večjem odmerku pa 49,82 %, kar pomeni, da so bila odstopanja od povprečnega prirasta glive pri manjšem odmerku fungicidov večja kot pri večjem (slika 4).

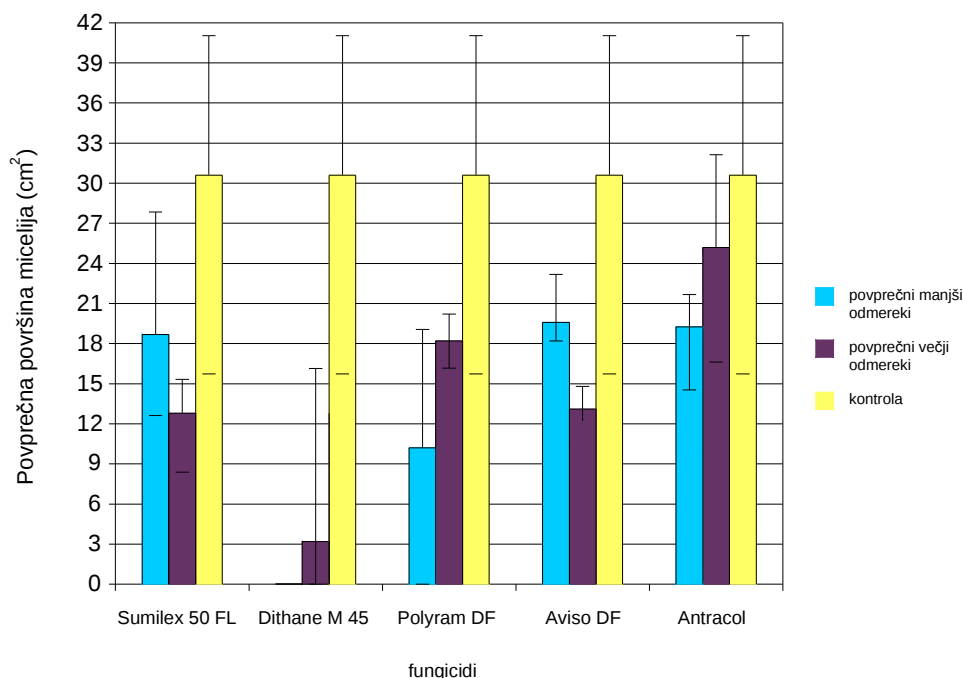
Iz rezultatov je razvidno, da je bilo delovanje preizkušenih fungicidov različno tudi glede na uporabljen odmerek. Fungicidno delovanje je izkazal le Dithane M 45, ostali fungicidi so delovali fungistatično (so le zavirali rast micelija glive, je niso zaustavili). Odločitev za testiranje dveh odmerkov *in vitro* je bila ustrezna, sredstva so delovala neposredno kontaktno na glivo. Fungicide uporabimo v spodnjih odmerkih iz okoljevarstvenih razlogov. Primerjalnih rezultatov o delovanju fungicidov na glivo *A. brassicicola* je v dostopni literaturi zelo malo, nekaj jih obravnava glivo *A. brassicae*.

Fungicidno delovanje na glive v čistih kulturah je nekoliko drugačno, kot je delovanje teh sredstev v naravi, ko jih nanesemo na rastline in so izpostavljeni abiotičnim in biotičnim dejavnikom.

Pri raziskavi zatiranja *A. brassicae* in *A. brassicicola* sta Sinha in Prasad (1989) v obdobju treh let preučevala nekaj fungicidov in njihov vpliv na obe glivi. Najboljše učinke je imel captafol, sledil mu je mankozeb. Prav tako je Saha (1989) v *in vitro* poizkusih preučeval deset fungicidov za zatiranje obeh gliv. Mankozeb je bil drugi najboljši.

Izbira fungicidov za zatiranje gliv iz rodu *Alternaria* je sorazmerno velika. Vendar bi na podlagi našega poizkusa priporočali mankozeb. Kljub temu z uporabo fungicidov ni mogoče popolnoma zatreti glive *Alternaria brassicicola*. Uporabo fungicidov moramo integrirati z drugimi ukrepi. Uporabiti zdrav in razkužen semenski ali sadilni material ter skrbeti za rastlinsko higieno. Posevki naj bodo redkejši, zanje izbiramo vetrovne lege, da se omočeno listje hitreje osuši. Zalivati oziroma namakati je treba tako, da rastlin ne omočimo, s čimer bi

pospešili razvoj glive. Kadar bomo posegli po fungicidih je treba poznati njihovo delovanje in uporabo. Večji uspeh pri zatiranju obravnavane glive bomo dosegli, če bomo fungicide uporabili v prvi fazi njenega razvoja. Če bomo prvo škropljenje zamudili, bomo težje preprečili ponovne okužbe, ki se bodo pojavljale kasneje.



Slika 5: Povprečna prirast micelija glive *Alternaria brassicicola* pri manjših in večjih odmerkih fungicidov.

4 Sklepi

Testirani protektivni fungicidi mankozeb (Dithane M 45), metiram (Polyram DF), propineb (Antracol) ter kurativno sistemična fungicida procimidon (Sumilex 50 FL) in cimoksanil (Aviso DF) so delovali na glivo *Alternaria brassicicola*, bodisi fungicidno ali fungistatično. Dithane M 45 je zelo dobro deloval. Polyram DF je na glivo deloval kot drugi najboljši in podobno fungicid Aviso DF. Sumilex 50 FL je deloval slabše od predhodnih dveh. Antracol je najslabše učinkoval na glivo in sicer je bila pri manjšem odmerku fungicida povprečna prirast glive 19,25 cm² ter 25,18 cm² pri večjem odmerku. Gliva ni sporulirala v nobenem primeru.

5 Literatura

- Crop protection compendium. Global Modul. 1999. Wellingford, CAB International (CD rom)
- Dillard, H. R., Cobb, A. C., and Lamboy, J. S. 1998. Transmission of *Alternaria brassicicola* to cabbage by flea beetles (*Phyllotreta cruciferae*). Plant Disease 82: 153-157
- Janežič F. 1957. Črna listna pegavost endivije. Ljubljana. Univerza v Ljubljani. Fakulteta za agronomijo, gozdarstvo in veterinarstvo: 37 s.
- Kus M. 1997. Viroze strniščne repe in njihovi povzročitelji. Zbornik predavanj in referatov s 3. Slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin, Portorož, 4.-5. marec 1997: 253-260
- Pattanamahakul P., Strange R.N. 1999. Identification and toxicity of *Alternaria brassicicola*, the causal agent of dark leaf spot disease of Brassica species grown in Thailand. Plant Pathology 48: 749-755

-
- Rotem J. 1994. The genus *Alternaria* (Biology, Epidemiology and Pathogenicity). St. Paul, Minnessota. The American Phytopathological Society: 326 s.
- Schwartz H. F., Gent D. H. 2005. *Alternaria* Leaf Spot. *Cole Crops* 23: 2 s.
- Saha L. 1989. Efficacy of some fungicides against *Alternaria brassicae* (Berk) Sacc. and *Alternaria brassicicola* (Schw.) Wiltshire, the cause of leaf blight of rapeseed and mustard. *Pestology* 13, 6: 19-21
- Sinha P., Prasad R. 1989. Chemical management of *Alternaria* blight of cauliflower seed crop. *Indian Journal of mycology and Plant pathology* 19, 2: 2004-2005
- Wick R. L., Hall F. 1990. *Alternaria* Blight of Crucifers. *Agriculture and Landscape*: 2 s.

So lahko entomopatogene ogorčice učinkovita alternativa insekticidom pri zatiranju kapusovih bolhačev?

Stanislav TRDAN¹, Žiga LAZNIK²

Izvleček

V laboratorijskih razmerah smo preučevali delovanje štirih vrst entomopatogenih ogorčic (*Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, *Heterorhabditis megidis*) na odrasle osebkke kapusovih bolhačev, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). Delovanje preučevanih biotičnih agensov smo preverjali pri treh različnih koncentracijah suspenzije (200, 1000 in 2000 infektivnih ličink [IJs]/hroščka) in treh temperaturah (15, 20 in 25°C). Smrtnost hroščkov smo ugotavljali 2, 4, 6 in 8 dni po aplikaciji ogorčic. Temperatura je imela večji vpliv na delovanje entomopatogenih ogorčic kot koncentracija suspenzije. Pri 20 in 25°C smo ugotovili večjo učinkovitost ogorčic kot pri 15°C. Po osmih dneh je bila pri 20°C za zatiranje preučevanih škodljivcev najučinkovitejša vrsta *S. carpocapsae* (LC₅₀ = 310-1193 IJs/hroščka), pri 25°C pa ogorčica *S. feltiae* (LC₅₀ = 156-1304 IJs/hroščka). Ogorčica *S. feltiae* je bila najbolj učinkovita tudi pri najnižji temperaturi (LC₅₀ = 483-1467 IJs/hroščka) in ima zato največji potencial za zatiranje škodljivca na prostem.

Ključne besede: *Steinernema*, *Heterorhabditis*, *Phyllotreta* spp., biotično varstvo rastlin, laboratorijsko preizkušanje

Can entomopathogenic nematodes be an effective alternative to insecticides in controlling flea beetles?

Abstract

Four entomopathogenic nematode species (*Steinernema feltiae*, *Steinernema carpocapsae*, *Heterorhabditis bacteriophora*, and *Heterorhabditis megidis*) were tested in a laboratory bioassay with the aim of studying their activity in controlling adult flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae). Activity of the biological agents studied was determined at three different concentrations (200, 1000, and 2000 infective juveniles [IJs] per adult) and temperatures (15, 20, and 25°C). Mortality of the beetles was determined 2, 4, 6, and 8 days after treatment. Temperature exerted stronger influence on activity of entomopathogenic nematodes than did concentration of the suspension. Efficacy of the nematodes was higher at 20 and 25°C than at 15°C. Eight days after treatment, *S. carpocapsae* (LC₅₀ = 310-1193 IJs/adult) was the most efficient at 20°C, while *S. feltiae* (LC₅₀ = 156-1304 IJs/adult) showed the highest efficacy at 25°C. *Steinernema feltiae* was also the most efficient at the lowest temperature (LC₅₀ = 483-1467 IJs/adult), and it is therefore considered to have the highest potential for flea beetle control in the open.

Key words: *Steinernema*, *Heterorhabditis*, *Phyllotreta* spp., biological control, laboratory testing

1 Uvod

Kapusove bolhače, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae) štejejo na različnih koncih sveta med pomembne škodljivce kapusnic (Doddall in sod., 1999). Hroščki z grizenjem listov škodujejo svojim gostiteljem od začetka do konca rastne dobe (Vig, 2002), precej bolj škodljivi pa so mladim rastlinam, ki zaradi manjše listne površine težje tolerirajo njihov napad.

¹ 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

² Univ. dipl. inž. agr., mladi raziskovalec, prav tam

Zatiranje hroščkov kapusovih bolhačev se v Evropi večinoma izvaja na konvencionalen način, in sicer zlasti z aplikacijo insekticidov v začetku rastne dobe kapusnic (Szwejd, 2002), saj se setev piliranega semena ni pokazala za učinkovito (Ester in sod., 2003). V želji po pridelavi kapusnic na okolju prijaznejši način so bile v zadnjih letih opravljene številne raziskave. Rezultati nekaterih kažejo na neustreznost sajenja kapusnic v mešanih posevkih (Weiss in sod., 1994; Trdan in sod., 2005) in nezadovoljivo učinkovitost okolju prijaznejših insekticidov pri zmanjševanju škodljivosti kapusovih bolhačev (Palaniswamy and Wise, 1994).

Naravni sovražniki in drugi biotični agensi omenjenih žuželk so bili v tej zvezi doslej bolj intenzivno preučevani in čeprav so v strategijah zatiranja kapusovih bolhačev na kapusnicah le redkokje upoštevani ali namensko uporabljeni, je dejstvo, da imajo nekateri precejšen potencial za njihovo zatiranje. Znano je, da imajo biotični dejavniki, v primerjavi z abiotičnimi, manjši vpliv na populacijsko dinamiko kapusovih bolhačev (Ekbom, 1991), vendar pa je prednost naravnih sovražnikov dejstvo, da jih lahko uporabimo ob ustreznem času. To je navadno kmalu po pojavu škodljivcev, s čimer je mogoče preprečiti njihovo preras množitev in s tem zmanjšati obseg poškodb na gojenih rastlinah.

Entomopatogene ogorčice so biotični agensi, katerih delovanje je bilo v zadnjih dvajsetih letih preučevano na zelo širokem spektru rastlinskih škodljivcev, tako v laboratorijskih razmerah (Shapiro and McCoy, 2000) kot na prostem (Abbas in sod., 2001). Čeprav so bile sprva znane zgolj kot paraziti talnih škodljivcev, so v zadnjih letih v številnih raziskavah potrdili možnost njihove uporabe pri zatiranju foliarnih škodljivcev (Arthurs in sod., 2004). Uporaba entomopatogenih ogorčic v Sloveniji zaenkrat ni mogoča, saj imajo omenjeni biotični agensi pri nas še vedno status tujerodnih vrst (eksotičnih agensov). Zato naše raziskave učinkovitosti entomopatogenih ogorčic za zatiranje škodljivih žuželk potekajo v laboratorijskih razmerah (Trdan in sod., 2006).

Namen pričujoče raziskave je bil preučiti delovanje entomopatogenih ogorčic na odrasle osebkke kapusovih bolhačev, v odvisnosti od koncentracije suspenzije in okoljske temperature. Znano je namreč, da so rastlinam malo škodljive ličinke kapusovih bolhačev dovzetne za napad entomopatogenih ogorčic (Li and Wang, 1990), edini literaturni vir o delovanju omenjenih biotičnih agensov na hroščke pa navaja slabo učinkovitost vrste *Steinernema feltiae* (Morris, 1987). Zato smo v naši raziskavi uporabili štiri vrste entomopatogenih ogorčic. V primeru, da bi se katera od njih izkazala kot učinkovit biotični agens za hroščke kapusovih bolhačev, bi imeli podlago za njihovo implementacijo v strategijo zatiranja škodljivcev kapusnic v nižjih razvojnih stadijih (vzgoja sadik v zavarovanih prostorih in nekajtedensko obdobje po presajanju na prosto), ko so te žuželke pri nas tudi najbolj škodljive.

2 Material in metode dela

Laboratorijska raziskava je potekala v entomološkem laboratoriju na Katedri za entomologijo in fitopatologijo Oddelka za agronomio Biotehniške fakultete v Ljubljani. V njej smo preizkušali učinkovitost štirih vrst entomopatogenih ogorčic: *Steinernema feltiae* (Filipjev), *S. carpocapsae* (Weiser) (obe iz družine Steinernematidae), *Heterorhabditis bacteriophora* Poinar in *H. megidis* Poinar (obe iz družine Heterorhabditidae). Ogorčice smo kupili kot biopripravke podjetja Koppert B.V. (Nizozemska), za uvoz smo pridobili dovoljenje Fitosanitarnе uprave RS.

Odrasle osebkke kapusovih bolhačev (*Phyllotreta* spp.) za laboratorijske analize smo nabrali na Laboratorijskem polju Biotehniške fakultete, in sicer na kitajskem kapusu, na katerega se hroščki naselijo kmalu po presajanju (v sredini julija). Žuželke smo lovili zgodaj zjutraj, saj so tedaj slabše mobilne zaradi nižjih temperatur. Za lovljenje smo uporabili metodo stresanja

gostiteljskih rastlin na trdno podlago, nato pa smo jih s plastičnimi posodami prenesli v laboratorij.

V steklene petrijevke s premerom 9 cm smo položili filtrirni papir. V vsaki petrijevki smo nanj položili del zeljevega lista, na katerega smo dali 10 hroščkov. Učinkovitost entomopatogenih ogorčic smo ugotavljali pri treh koncentracijah: 200, 1000 in 2000 infektivnih ličink [IJs] na hroščka ali 2000, 10000 in 20000 IJs na 1 ml destilirane vode. Suspenzijo ogorčic smo pripravili v steklenih čašah, iz katerih smo v vsako petrijevko dodali 1 ml suspenzije. Nato smo petrijevke pokrili s steklenim pokrovom, da smo preprečili uhajanje hroščkov. Peto obravnavanje je bila kontrola. V njem smo v petrijevke dodali le destilirano vodo.

Petrievke smo nato postavili v gojitveno komoro, in sicer vsako obravnavanje v desetih ponovitvah. Delovanje ogorčic smo ugotavljali v temi, pri treh različnih temperaturah (15, 20 in 25°C) in 95% relativni vlažnosti zraka. Drugi, četrti, šesti in osmi dan po tretiranju smo v petrijevkah šteli mrtve osebkke. Po osmih dneh smo v mrtvih hroščkih našli nov rod ogorčic iz rodu *Steinernema*, medtem ko smo v mrtvih hroščkih, izpostavljenim napadu vrst iz rodu *Heterorhabditis*, nov rod ugotovili šele po 14 dneh. S tem smo potrdili vzrok smrti hroščkov. Statistične razlike v odstotku smrtnosti hroščkov kapusovih bolhačev, izpostavljenih petim različnim obravnavanjem (štiri vrste entomopatogenih ogorčic – vsaka v treh različnih koncentracijah - in kontrola) pri treh različnih temperaturah, smo ugotavljali z multifaktorsko analizo variance. Odstotek smrtnosti 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 ($P \leq 0,05$). Iz dobljenih rezultatov smo izračunali tudi vrednosti LC_{50} in LC_{90} , ki pomenijo število infektivnih ličink na hroščka, ki povzročijo smrt 50% oz. 90% preizkušanih osebkov. Vse statistične analize smo naredili s programom Statgraphics Plus for Windows 4.0.

3 Rezultati z diskusijo

Z generalno statistično analizo smo signifikantno največjo smrtnost hroščkov ugotovili pri temperaturi 25°C ($42,63 \pm 1,69$), vrsti *S. feltiae* ($41,38 \pm 1,93$), koncentraciji 2000 IJs/hroščka ($35,28 \pm 1,61$) in 8. dan po tretiranju ($52,01 \pm 1,83$). Signifikantno najmanjšo smrtnost smo ugotovili pri temperaturi 15°C ($14,15 \pm 0,98$), vrsti *H. megidis* ($21,04 \pm 1,41$), koncentraciji 200 IJs/hroščka ($24,31 \pm 1,29$) in 2. dan po tretiranju ($5,50 \pm 0,55$).

Drugi dan po aplikaciji ogorčic pri temperaturi 15°C smo signifikanten vpliv vrste ogorčic na smrtnost hroščkov ugotovili pri koncentracijah 200 in 2000 IJs/hroščka, pri temperaturi 20°C in 25°C pa pri vseh treh koncentracijah. Četrti dan po tretiranju hroščkov smo pri temperaturi 15 in 20°C ugotovili signifikanten vpliv vrste ogorčic na njihovo smrtnost pri koncentracijah 200 in 2000 IJs/hroščka. Pri temperaturi 25°C je bila smrtnost hroščkov signifikantno determinirana s strani vrste ogorčic pri vseh treh koncentracijah. Šesti dan po aplikaciji ogorčic smo pri vseh treh temperaturah ugotovili signifikanten vpliv vrste ogorčic na smrtnost hroščkov pri vseh treh koncentracijah. Osmi dan po tretiranju hroščkov smo pri temperaturi 15 in 25°C ugotovili signifikanten vpliv vrste ogorčic pri vseh treh koncentracijah. Pri temperaturi 20°C smo enak vpliv vrste ogorčic ugotovili le pri koncentraciji 200 IJs/hroščka.

Pri temperaturi 15°C in koncentraciji 200 IJs/hroščka sta osmi dan po aplikaciji zadovoljivo učinkovitost pokazali obe vrsti iz rodu *Steinernema* (okrog 60% smrtnost hroščkov), obe vrsti iz rodu *Heterorhabditis* pa sta pokazali slabšo učinkovitost, saj je *H. bacteriophora* šele pri največji koncentraciji pokazala približno 25% učinkovitost (Sl. 1). Pri isti koncentraciji je bila najbolj učinkovita *S. feltiae*, ki je vplivala na prek 80% smrtnost hroščkov. Pri temperaturi 20°C so vse vrste entomopatogenih ogorčic pokazale večjo učinkovitost, saj je tudi najmanj

učinkovita vrsta, *H. megidis*, pri najmanjši koncentraciji vplivala na okrog 45% smrtnost hroščkov (Sl. 2). Pri koncentraciji 2000 IJs/hroščka so vse vrste pokazale prek 65% učinkovitost, pri najmanjši koncentraciji pa je največjo učinkovitost (skoraj 80% smrtnost hroščkov) pokazala vrsta *S. feltiae*. V splošnem so entomopatogene ogorčice pri 25°C pokazale največjo učinkovitost, izjeme smo ugotovili le pri najmanjši koncentraciji, ker so vse štiri vrste pokazale slabšo učinkovitost kot pri temperaturi 20°C (Sl. 3). *H. bacteriophora* pri koncentraciji 2000 IJs/hroščka in *S. feltiae* pri 1000 IJs/hroščka so vplivale na 100% smrtnost hroščkov.

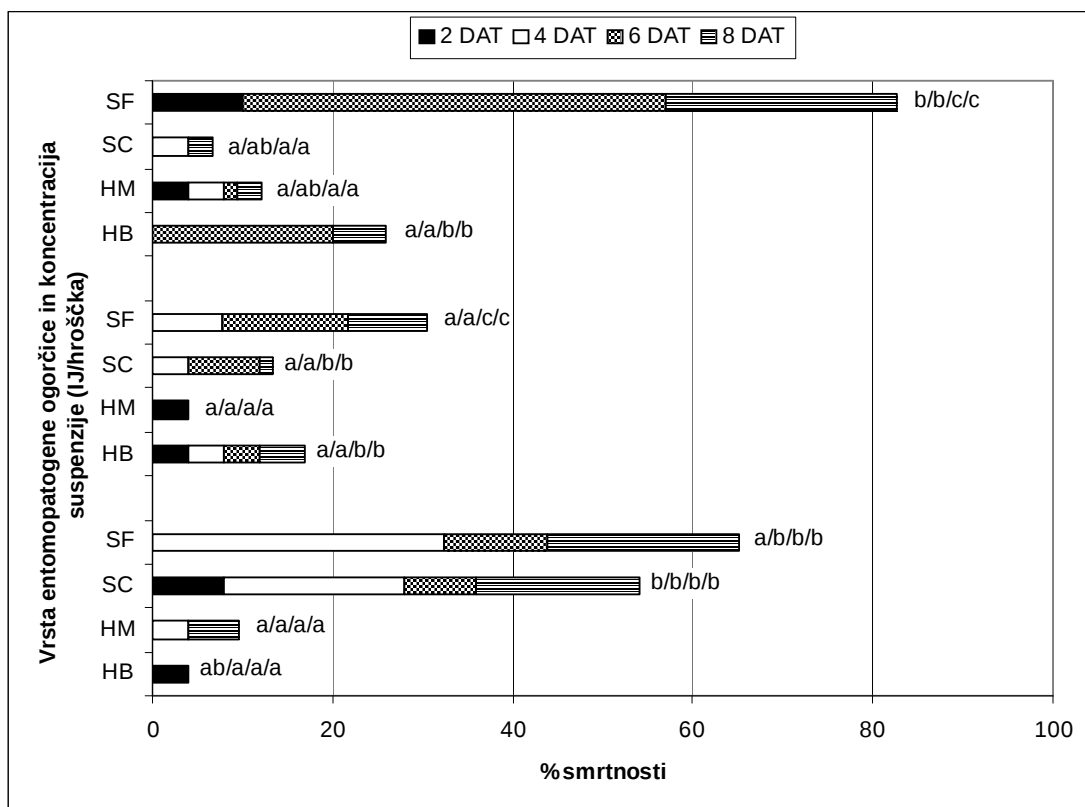
Izračunane LC_{50} in LC_{90} vrednosti za vse štiri vrste ogorčic so zbrane v pregl. 1. Pri 15°C je imela najmanjše LC vrednosti ogorčica *S. feltiae* (LC_{50} = 975 IJs/hroščka in LC_{90} = 1320 IJs/hroščka), največje LC vrednosti pa je imela vrsta *H. bacteriophora* (LC_{50} = 2492 IJs/hroščka in LC_{90} = 4089/hroščka). Pri 20°C smo najmanjšo LC_{50} vrednost ugotovili pri ogorčici *S. carpocapsae* (752 IJs/hroščka), medtem ko je imela ogorčica *S. feltiae* najmanjšo LC_{90} vrednost (1097 IJs/hroščka). Pri isti temperaturi je imela največjo LC_{50} vrednost vrsta *S. feltiae* (1044 IJs/hroščka), največjo LC_{90} vrednost pa smo potrdili pri vrsti *H. bacteriophora* (1596 IJs/hroščka). Pri 25°C se je vrsta *S. feltiae* izkazala za najbolj učinkovito pri zatiranju imagov kapusovih bolhačev (LC_{50} = 730 IJs/hroščka in LC_{90} = 1104 IJs/hroščka), medtem ko je bila ogorčica *H. megidis* najmanj učinkovita (LC_{50} = 1148 IJs/hroščka in LC_{90} = 1588 IJs/hroščka).

Rezultati naše raziskave potrjujejo znano dejstvo, da so entomopatogene ogorčice v visokih koncentracijah in v razmerah zanje optimalnih abiotičnih dejavnikov (zlasti visoka relativna zračna ali talna vlaga in optimalna temperatura okolja) učinkovite tudi pri zatiranju odraslih osebkov iz reda Coleoptera. Aplikacija štirih vrst entomopatogenih ogorčic pri temperaturi 15°C kaže po osmih dneh le pri vrsti *Steinernema feltiae* na zadovoljivo učinkovitost v zatiranju hroščkov kapusovih bolhačev. Pri najnižji koncentraciji suspenzije je bila smrtnost hroščkov prek 60%, pri najvišji pa celo prek 80%. Tudi v sorodni raziskavi je bila ogorčica *S. feltiae* edina vrsta entomopatogenih ogorčic, ki je pri nižji okoljski temperaturi (takrat celo pri 10°C) učinkovito zatrla starejše ličinke kapusove muhe, *Delia radicum* (L.) (Chen in sod., 2003). V naši raziskavi je pri najnižji koncentraciji suspenzije pri 15°C več kot 50% učinkovitost pokazala tudi vrsta *Steinernema carpocapsae*, kar prav tako sovпада z rezultati predhodno omenjene raziskave.

Vse štiri vrste entomopatogenih ogorčic so pri temperaturi 20°C pokazale večjo učinkovitost pri zatiranju hroščkov kot pri 15°C. Po osmih dneh so bile vse vrste le pri največji koncentraciji učinkovite več kot 65%, medtem ko je pri nižjih koncentracijah vselej le ena vrsta presegla mejo 60% učinkovitosti. Se je pa pri tej temperaturi tudi najmanj učinkovita vrsta (*H. megidis* pri koncentraciji 200 IJs/hroščka) približala 45% učinkovitosti. Temperatura 25°C se je pri koncentracijah 1000 in 2000 IJs/hroščka pri večini vrst entomopatogenih ogorčic pokazala za ustrenejšo od temperature 20°C. Obratno pa je bila temperatura 20°C bolj ustrezna za ogorčice pri najnižji koncentraciji suspenzije. V sorodni raziskavi, kjer je bila okoljska temperatura 26°C, so pri koncentraciji 1000 IJs/hroščka po štirih dneh ugotovili največjo aktivnost ogorčice *S. carpocapsae*, ki je pokazala skoraj 97% učinkovitost (LC_{50} = 67 IJs/hroščka) pri zatiranju odraslih osebkov *Typhaea stercorea* (Svendsen and Steenberg, 2000).

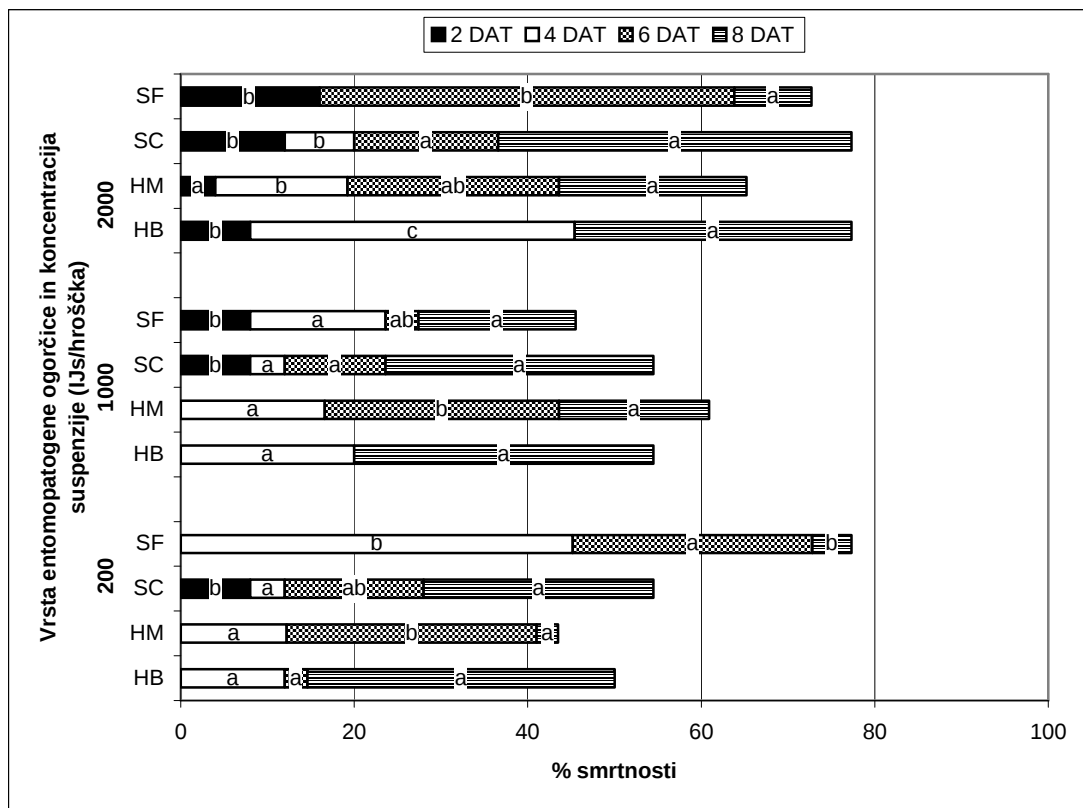
Na hroščke kapusovih bolhačev je v istem času podobno učinkovitost pokazala vrsta *S. feltiae*, medtem ko je vrsta *S. carpocapsae* šele po osmih dneh pokazala takšno aktivnost. S primerjavo hitrosti delovanja entomopatogenih ogorčic pri 25°C na hroščke kapusovih bolhačev vidimo, da ogorčica *S. feltiae* s toksini najhitreje ubije škodljivca, saj je že po štirih dneh pri višjih dveh koncentracijah usmrtila prek 75% žrtev. V tej zvezi je zanimivo nekoliko

počasnejše delovanje vrste *H. megidis*, ki je pri enakih koncentracijah pokazala prek 80% delovanje po šestih dneh.



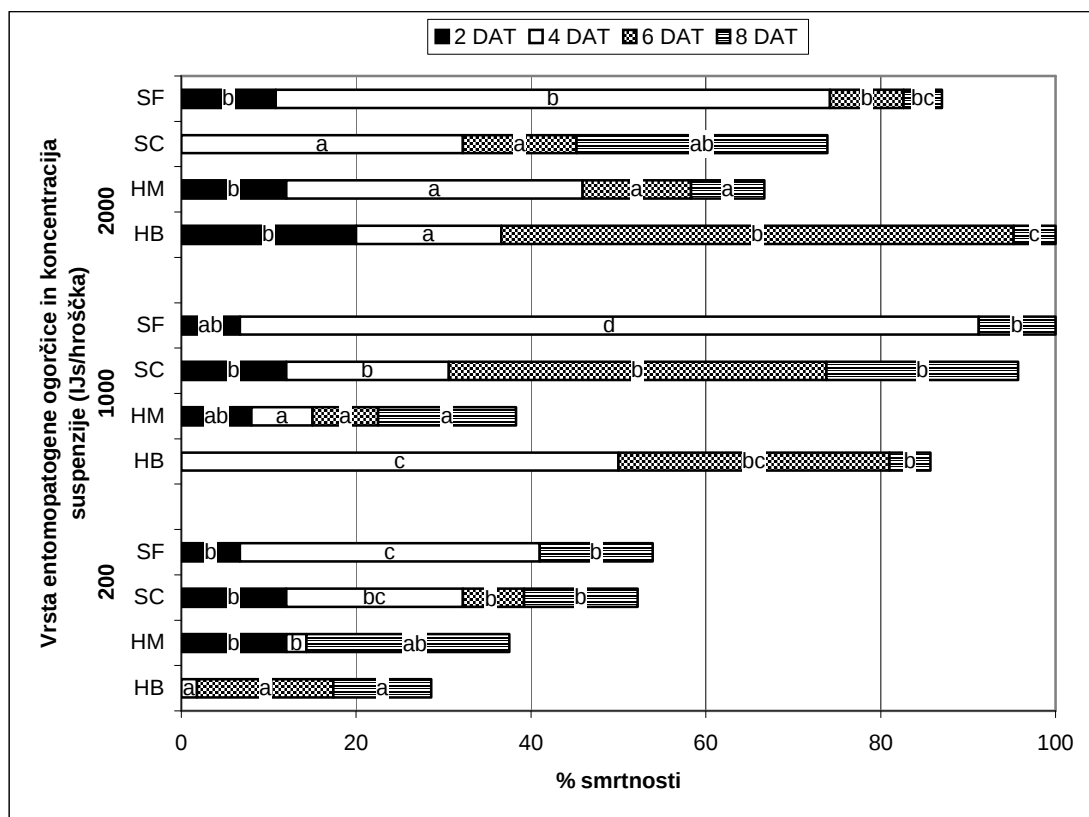
Slika 1: Smrtnost hroščkov kapusovih bolhačev, *Phyllotreta* spp., 2, 4, 6 in 8 dni po izpostavitvi trem koncentracijam štirih vrst entomopatogenih ogorčic pri 15°C. Različne črke pomenijo statistično značilno razliko ($P < 0,05$, Duncanov preizkus mnogoterih primerjav). Prikazani rezultati so bili korigirani z Abbottovo formulo. HB – *Heterorhabditis bacteriophora*, HM – *H. megidis*, SC – *Steinernema carpocapsae*, SF – *S. feltiae*, DAT – dan po tretiranju.

Temperaturno območje med 20 in 26°C je sicer znano kot najbolj ustrezno za delovanje entomopatogenih ogorčic, vendar pa obstajajo razlike tako med temperaturami, vrstami žrtev kot tudi med vrstami napadalcev. Tako je surinamski moka, *Oryzaephilus surinamensis* (L.), pokazal največjo občutljivost za napad entomopatogenih ogorčic pri 20°C, po sedmih dneh pa je največjo učinkovitost pokazala vrsta *S. carpocapsae* ($LC_{50} = 921$ IJs/hroščka). Največjo smrtnost imagov črnega žitnega žužka, *Sitophilus granarius*, pa smo po istem času pri vseh štirih vrstah, ki so bile preizkušane tudi v tej raziskavi, ugotovili pri 25°C ($LC_{50} = 505-1175$ IJs/hroščka) (Trdan in sod., 2006). Tudi rezultati sorodnih raziskav delovanja entomopatogenih ogorčic na druge vrste žuželk potrjujejo, da v omenjenem temperaturnem območju ti biotični agensi optimalno delujejo na svoje žrtve (Kaya in sod., 1993; Belair in sod., 2003).



Slika 2: Smrtnost hroščkov kapusovih bolhačev, *Phyllotreta* spp., 2, 4, 6 in 8 dni po izpostavitvi trem koncentracijam štirih vrst entomopatogenih ogorčic pri 20°C. Različne črke pomenijo statistično značilno razliko ($P < 0,05$, Duncanov preizkus mnogoterih primerjav). Prikazani rezultati so bili korigirani z Abbottovo formulo. HB – *Heterorhabditis bacteriophora*, HM – *H. megidis*, SC – *Steinernema carpocapsae*, SF – *S. feltiae*, DAT – dan po tretiranju.

Na podlagi rezultatov naše raziskave sklepamo, da ima koncentracija suspenzije entomopatogenih ogorčic manjši vpliv na njihovo aktivnost, v primerjavi s temperaturo okolja. To potrjujejo tudi rezultati nekaterih novejših raziskav, kjer pa se posebno izpostavlja zlasti dejstvo, da je so tovrstne interakcije vrstno značilne (Arthurs in sod., 2004). Manjši pomen koncentracije suspenzije ogorčic lahko pojasnimo z dejstvom, da je število infektivnih ličink, ki vstopajo v njihove gostitelje, regulirano s številom ogorčic, ki so že pred njimi vstopile v gostitelje (Bednarek and Nowicki, 1986). Manjši pomen koncentracije suspenzije entomopatogenih ogorčic za zatiranje hroščkov kapusovih bolhačev pa pomeni tudi določeno prednost. Dejstvo namreč je, da pomeni aplikacija preučevanih biotičnih agensov v visokih koncentracijah (1000 IJs/hroščka in več) za pridelovalce tudi precejšen finančni zalogaj, ki lahko vpliva na manjšo gospodarnost takšne strategije zatiranja škodljivca, v primerjavi s kemičnim varstvom (Reibnitz and von Backhaus, 1994), čeprav so entomopatogene ogorčice znane kot nadvse poceni biotični agensi (Ehlers, 2003). Seveda slednje velja za nižje koncentracije suspenzij, kot smo jih preizkušali v naši raziskavi.



Slika 3: Smrtnost hroščkov kapusovih bolhačev, *Phyllotreta* spp., 2, 4, 6 in 8 dni po izpostavitvi trem koncentracijam štirih vrst entomopatogenih ogorčic pri 25°C. Različne črke pomenijo statistično značilno razliko ($P < 0,05$, Duncanov preizkus mnogoterih primerjav). Prikazani rezultati so bili korigirani z Abbottovo formulo. HB – *Heterorhabditis bacteriophora*, HM – *H. megidis*, SC – *Steinernema carpocapsae*, SF – *S. feltiae*, DAT – dan po tretiranju.

4 Sklepi

Zadovoljivo delovanje entomopatogenih ogorčic pri nižjih temperaturah, v našem primeru je pri 15°C največjo učinkovitost pokazala vrsta *S. feltiae*, ima tudi praktičen pomen. Njihova potencialna nočna foliarna aplikacija na prostem - ta se je izkazala za ustrežnejšo od dnevne (Akalach and Wright, 1995), ki je zaradi destruktivnega delovanja UV sevanja na ogorčice manj priporočljiva (Banu and Rajendran, 2003) – bi bila namreč na območju, kjer je potekala ta raziskava, vezana na zračno temperaturo med 8 (maj) in 15°C (julij). Toliko namreč na tem območju znaša povprečna minimalna (nočna) temperatura zraka.

Seveda pa je prihodnja uporaba entomopatogenih ogorčic za zatiranje odraslih osebkov kapusovih bolhačev in drugih škodljivih žuželk na prostem v Sloveniji vezana na pogoj, da omenjeni biotični agensi čimprej izgubijo status tujerodnih organizmov. Glede na znano dejstvo, da so bile entomopatogene ogorčice že ugotovljene v tleh večine evropskih držav, tudi takšnih, ki mejijo na Slovenijo (Hominick, 2002), je verjetno le vprašanje časa kdaj se bo to zgodilo. Čeprav laboratorijsko učinkovitost entomopatogenih ogorčic za zatiranje hroščkov kapusovega bolhača ne moremo nekritično prenašati v razmere na prostem, pa odpira takšna možnost njihove potencialne uporabe nov vidik zmanjševanja škodljivosti vrste.

Preglednica 1. Izračunane vrednosti LC_{50} in LC_{90} za štiri različne vrste entomopatogenih ogorčic pri treh različnih temperaturah osmi dan po tretiranju

VEO	LC_{50}^z (95% IZ ^y)			LC_{90}^z (95% IZ ^y)		
	15°C	20°C	25°C	15°C	20°C	25°C
S. feltiae	975 (483-1467)	1044 (447-1641)	730 (156-1304)	1320 (659-1980)	1097 (517-1677)	1104 (662-1546)
S. carpocapsae	-	752 (310-1193)	870 (303-1437)	-	1536 (908-2164)	1199 (706-1691)
H. megidis	1354 (0-2963)	1020 (587-1452)	1148 (738-1559)	1629 (0-2963)	1309 (673-1945)	1588 (864-2312)
H. bacteriophora	2492 (1689-3295)	912 (442-1382)	778 (434-1122)	4089 (2475-5703)	1596 (927-2264)	1383 (1035-1732)

VEO – vrsta entomopatogene ogorčice

^z LC_{50} in LC_{90} , izražena kot število infektivnih ličink na hroščka

^y Interval zaupanja, IZ, je napisan v oklepaju

5 Zahvala

Raziskavo sta sofinancirala Ministrstvo za visoko šolstvo, znanost in tehnologijo RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano RS v okviru projekta L4-6477-0481-04.

6 Literatura

- Abbott, W. S. 1925. A method of computing the effectiveness of an insecticide. J. Econ. Entomol. 18, 265-267
- Abbas, M. S. T., Saleh, M. M. E., Akil, A. M. 2001. Laboratory and field evaluation of the pathogenicity of entomopathogenic nematodes to the red palm weevil, *Rhynchophorus ferrugineus* (Oliv.) (Col.: Curculionidae). Anz. Schädld. 74: 167-168
- Akalach, M., Wright, D. J. 1995. Control of the larvae of *Conorhynchus mendicus* (Col.: Curculionidae) by *Steinernema carpocapsae* and *Steinernema feltiae* (Nematoda, Steinernematidae) in the Gharb area (Morocco). Entomophaga, 40: 321-327
- Arthurs, S., Heinz, K. M., Prasifka, J. R. 2004. An analysis of using entomopathogenic nematodes against above-ground pests. Bull. Entomol. Res. 94: 297-306
- Banu, J. G., Rajendran, G. 2003. Effect of UV radiation on the survival and infectivity of three entomopathogenic nematodes. Indian J. Nematol. 33: 86-87
- Bednarek, A., Nowicki, T. 1986. Effect of intrapopulation factors in the nematodes *Steinernema feltiae* (Steinernematidae) on the intensity of insect infestation. Zesz. Probl. Post. Nauk Roln. 323: 199-212
- Belair, G., Fournier, Y., Dauphinais, N. 2003. Efficacy of steinernematid nematodes against three insect pests of crucifers in Quebec. J. Nematol. 35: 259-265
- Chen, S., Li, J., Han, X., Moens, M. 2003. Effect of temperature on the pathogenicity of entomopathogenic nematodes (*Steinernema* and *Heterorhabditis* spp.) to *Delia radicum*. BioControl, 48: 713-724
- Dosdall, L. M., Dolinski, M. G., Cowle, N. T., Conway, P. M. 1999. The effect of tillage regime, row spacing, and seeding rate on feeding damage by flea beetles, *Phyllotreta* spp. (Coleoptera: Chrysomelidae), in canola in central Alberta, Canada. Crop Prot., 18: 217-224
- Ehlers, R. U. 2003. Entomopathogenic nematodes in the European biocontrol market. Comm. Agric. Appl. Biol. Sci., 68: 3-16
- Ekbom, B. S. 1991. The effect of abiotic and biotic factors on flea beetle populations in spring rape in Sweden. IOBC Bull., 14: 21-27

- Ester, A., Putter, H., van de Bilsen, J. G. P. M., 2003. Filmcoating the seed of cabbage (*Brassica oleracea* L. convar. *Capitata* L.) and cauliflower (*Brassica oleracea* L. var. *Botrytis* L.) with imidacloprid and spinosad to control insect pests. *Crop Prot.* 22: 761-768
- Hominick, W. M. 2002. Biogeography, pp. 115. V: R. Gaugler [ur.], *Entomopathogenic nematology*. CABI Publ., Wallingford.
- Kaya, H. K., Burlando, T. M., Thurston, G. S. 1993. Two entomopathogenic nematode species with different search strategies for insect suppression. *Environ. Entomol.* 22: 859-864
- Li, X. F., Wang, G. H. 1990. Preliminary study on the control of *Phyllotreta vittata* larvae by entomopathogenic nematodes. *Acta Phytophylactica Sin.*, 17: 229-231
- Morris, O. N. 1987. Evaluation of the nematode *Steinernema feltiae* Filipjev, for the control of the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae). *Can. Entomol.* 119: 95-101
- Palaniswamy, P., Wise, I. 1994. Effects of neem-based products on the number and feeding activity of a crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze) (Coleoptera: Chrysomelidae), on canola. *J. Agric. Entomol.*, 11: 49-60
- Reibnitz, C. von Backhaus, G. F. 1994. Investigations on demand for biological control of *Otiorynchus* spp. and cost structure of production methods for entomopathogenic nematodes (Heterorhabditis). *Gartenbauwiss.*, 59: 199-206
- Shapiro, D. I., McCoy, C. W. 2000. Virulence of entomopathogenic nematodes to *Diaprepes abbreviatus* (Coleoptera: Curculionidae) in the laboratory. *J. Econ. Entomol.*, 93: 1090-1095
- Svendsen, T. S., Steenberg, T. 2000. The potential use of entomopathogenic nematodes against *Typhaea stercorea*. *BioControl* 45: 97-111
- Szwejd, J. 2002. Combined used insecticide and foliar fertilizers in cabbage protection against pests. *Progress Plant Prot.* 42: 196-200
- Trdan, S., Valič, N., Žnidarčič, D., Vidrih, M., Bergant, K., Zlatič, E., Milevoj, L. 2005. 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., 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. *J. Plant Dis. Prot.* 113: 168-173
- Vig, K. 2002. Data on the biology of the crucifer flea beetle, *Phyllotreta cruciferae* (Goeze, 1777) (Coleoptera, Chrysomelidae, Alticinae). *Med. Fac. Landbouww. Univ. Gent*, 67: 537-546
- Weiss, M. J., Schatz, B. G., Gardner, J. C., Nead, B. A. 1994. Flea beetle (Coleoptera: Chrysomelidae) populations and crop yield in field pea and oilseed rape intercrops. *Environ. Entomol.* 23: 654-658

Odnos strokovne javnosti do gensko spremenjenih organizmov

Katja VADNAL¹, Damijana KASTELEC², Jernej KOGOJ³

Izvleček

Javno mnenje je postalo glavni dejavnik v družbenem odzivu na biotehnologije. Zato je cilj raziskave ugotoviti, kakšen je odnos slovenske, sedanje in prihodnje strokovne javnosti do GSR. Na anketo je odgovorilo 162 zaposlenih in študentov (72 zaposlenih in 90 študentov 1. in 4. letnika) Oddelka za agronomijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Vprašalnik je vseboval sistem 18 trditev o petih problematikah: vpliv GSR na kmetijstvo in okolje; gensko spremenjena hrana in njena potrošnja; pravna ureditev in odločanje ter vloga javnosti, upravičenost in koristnost uporabe GSR. Trditve, ki so se navezovala ena na drugo, tako kot se navezujejo tudi pogosto precej nasprotna stališča posameznikov in interesnih skupin, so anketirani ocenjevali s stopnjo strinjanja po petstopenjski Likartovi lestvici. Podatki, zbrani z anketo, so obdelani z metodo razvrščanja v skupine in metodo faktorske analize. Analiza konsistentnosti odgovorov je pokazala, da lahko število trditev skróčimo na 4: GSR so koristne/nekoristne (faktor 1), razvoj GSR je/ni pod ustreznim znanstvenim in normativnim nadzorom (faktor 2), Slovenska javnost o GSR ve/ne ve dovolj (faktor 3) in Znanost ne pozna dolgoročnih posledic, biotehnološke korporacije jemljejo stvari v svoje roke (faktor 4). Analiza razvrščanja anketiranih v skupine je pokazala, da jih glede na strinjanje s trditvami lahko razdelimo v štiri skupine: pristaše (30 %), nasprotnike (38 %), previdne (28 %) in neopredeljene (30 %).

Ključne besede: biotehnologija, gensko spremenjeni organizmi, javno mnenje, Slovenija.

Attitude of professionals to genetically modified organisms

Abstract

Public opinion becomes the major factor of the social response to biotechnology. The research is aimed to detect an attitude of the Slovene actual and future professional public to GMP. At Department of Agronomy of Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, 162 persons (72 staff members and 90 students of the 1st and the 4th grade) answered the questionnaire. The questionnaire contained a system of 18 statements on five problem areas: impact of GMP on agriculture and natural environment, genetically modified food and its consumption, legal regulation, decision-making and role of public, justification of and benefits from use of GMP. Statements, corresponding to each other following the general pattern of the pros and cons in the discussion of interest groups, were evaluated by 5 grades Likart scale. Collected data were studied by cluster and factor analyses. Analysis showed large consistency of data and statements can be reduced into 4 factors: GMP are useful/useless (factor 1), progress in the field of GMP is/is not under adequate scientific and legal supervision (factor 2), Slovene public is/is not enough knowledgeable about GMP (factor 3), and Science does not know long term consequences, biotechnological corporations have a situation well in hand (factor 4). Analysis of surveyed staff members and students revealed that they can be clustered into four groups: supporters (30 %), opponents (38 %), cautious (28 %) and indecisive (30 %).

Key words: biotechnology, genetically modified organisms, public opinion, Slovenia.

1 Uvod

V minulih dvajsetih letih se je dolgotrajnemu in relativno omejenemu klasičnemu žlahtnenju rastlin pridružila tako imenovana genska tehnologija, ki omogoča hiter vnos točno določenih genov iz kateregakoli organizma v rastline ter njihovo izražanje. Sproščanje gensko

¹ Prof., dr., Biotehniška fakulteta, p.p. 1000 Ljubljana, e-pošta: katja.vadnal@bf.uni-lj.si

² Dr., prav tam, e-pošta: damijana.kastelec@bf.uni-lj.si

³ Prav tam, e-pošta: k.polj@s5.net

spremenjenih rastlin (GSR), ki spadajo v širšo kategorijo gensko spremenjenih organizmov (GSO), je danes predmet živahne razprave, v kateri strokovne in laične javnosti izmenjujejo svoje »za in proti« (Bohanec, 2004; Frewer in sod., 2004). Tako je npr. raziskava percepcij tveganj in koristi, ki jih prinašajo GMO, s strani njihovih nasprotnikov in okoljevarstvenih skupin pokazala, da le-ti ocenjujejo prihodnja tveganja višje kot koristi, da je zveza med pričakovanimi tveganji in koristmi obratnosorazmerna in da ženske ter ruralno prebivalstvo vrednotijo tveganja višje kot moški in mestno prebivalstvo (Hall in Moran, 2006). Zanimive rezultate je dala raziskava (Aerni in Bernauer, 2006), s katero so poskušali ugotoviti, kako tveganja in koristi od GMO percipirajo in zagovarjajo različni deležniki v javni razpravi na to temo v deželah v razvoju. Pokazalo se je, da imajo lokalni deležniki izrazito pragmatičen odnos do GMO in da med njimi prihaja do politične polarizacije, ki jo generira razprava med Združenimi državami Amerike in Evropsko unijo (Murphy in Yanacopoulos, 2005). Velik vpliv pogledov na GMO v Evropski uniji na percepcije GMO v državah v razvoju gre pripisati predvsem prizadevanju za pridobivanje zaupanja javnosti in ne toliko politiki moči. Na nasprotujoča si, fragmetirana in nekoherentna stališča politike do biotehnološkega napredka na vseh ravneh, od lokalnih ravni do Združenih narodov, opozarja Cantley (2004) in povzema politiko Evropske unije na tem področju kot ambivaletno mešanico med strahom pred domnevnimi oziroma verjetnimi tveganji in skrbjo za ohranitev konkurenčnosti z izrabo njegovih koristi. Na vplivno nasprotujoče javno mnenje kot tudi na parcialne koristoljubne interese posameznih deležnikov se politika odziva bodisi premlačno bodisi premočno. »Javno mnenje« je postalo glavni dejavnik v družbenem odzivu na biotehnologije. Politiki se sklicujejo na javno zaskrbljenost kot logično osnovo za svoje odločitve (vedno bolj omejujoče) in pri tem radi spregledajo znanstveno ugotovljene pojave in tendence, ki niso v skladu, deloma (Noussair in sod., 2002) ali v celoti (European..., 1998), z »javnim mnenjem«. Zato nas je zanimalo, kakšen je odnos domače, sedanje in prihodnje, strokovne javnosti do GSR.

2 Material in metode dela

Za pridobivanje potrebnih podatkov smo uporabili metodo ankete. Vprašalnik je vseboval sistem 18 trditev (preglednica 2), s katerimi smo pridobili mnenja anketiranih o petih problemskih področjih: vpliv GSR na kmetijstvo in okolje v Sloveniji; gensko spremenjena hrana in njena potrošnja v Sloveniji; pravna ureditev na področju GSR, odločanje ter vloga javnosti v Sloveniji na področju GSR; upravičenost in koristnost uporabe GSR. Trditve so se navezovala ena na drugo, tako kot se navezujejo tudi pogosto precej nasprotna stališča posameznikov in interesnih skupin. Anketirani so ocenjevali stopnjo strinjanja s petstopenjsko Likartovo lestvico (od 1 - zelo se strinjam do 5 - sploh se ne strinjam; 3 – neopredeljen).

Anketirali smo zaposlene na Oddelku agronomije in študente 1. in 4. letnika univerzitetnega študija agronomije (preglednica 1). Anketiranje smo izvedli v aprilu 2006 po metodi anketiranja po pošti, ki smo jo modificirali na naslednji način:

- zaposlene smo o anketi in njenih ciljih najprej obvestili s kratkim pismom, ki smo jim ga posredovali po e-pošti, nato smo jim vprašalnik posredovali po interni pošti,
- študente smo pred anketiranjem o anketi in njenih ciljih ustno obvestili, samo anketiranje pa smo izvedli v času vaj, pri katerih je udeležba študentov največja.

Podatke smo obdelali z metodo razvrščanja v skupine in metodo faktorske analize. Pri razvrščanju anketiranih v skupine smo za oceno primernega števila skupin najprej uporabili hierarhično Wardovo metodo, nato pa iterativno metodo voditeljev. Različnost strukture dobljenih skupin po statusu in spolu smo analizirali s χ^2 preizkusom. Trditve smo razvrstili v

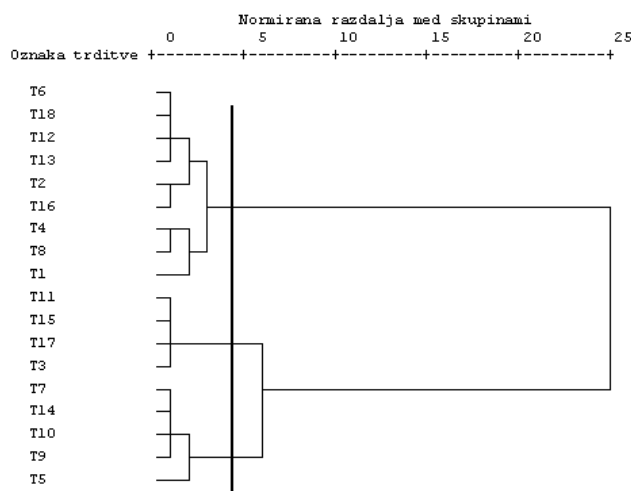
skupine po hierarhični Wardovi metodi razvrščanja. Pri faktorski analizi smo uporabili metodo glavnih komponent.

Preglednica 1: Odzivnost na anketo po statusnih skupinah anketiranih

Anketirani	Skupno število anketiranih	Odgovorilo	
		Število	Delež (%)
Zaposleni	113	72	63,7
Študenti 1. letnika	126	55	43,6
Študenti 4. letnika	37	35	94,6
Vsi	276	162	58,7

3 Rezultati z diskusijo

Glede na odgovore anketiranih lahko postavljene trditve združimo v tri vsebinsko homogene skupine (slika 1, preglednica 2). V prvi skupini je devet trditve, ki so v vseh pogledih naklonjene raziskovanju in uporabi GSR. V drugi skupini so štiri trditve, ki popolnoma zavračajo sproščanje GSR v okolje v Sloveniji, v tretji skupini pa je pet trditve, ki se navezujejo na vpliv in ozaveščenost javnosti.



Slika 1: Dendrogram trditve o GSR glede na odgovore anketiranih

Visoko stopnjo konsistentnosti odgovorov na trditve, ki so vsebinsko povezane dodatno osvetljuje faktorska analiza (preglednica 3). Glede na to, kolikšna je stopnja strinjanja oziroma nestrinjanja z 18 postavljenimi trditvami, lahko le-te skrbimo v le štiri faktorje:

- Faktor 1: GSR so koristne/nekoristne.
- Faktor 2: Razvoj GSR je/ni pod ustreznim znanstvenim in normativnim nadzorom.
- Faktor 3: Slovenska javnost o GSR ve/ne ve dovolj.
- Faktor 4: Znanost ne pozna dolgoročnih posledic, biotehnoške korporacije jemljejo stvari v svoje roke.

Analiza razvrščanja v skupine je pokazala, da glede na strinjanje s trditvami anketirane lahko razdelimo v štiri skupine (slika 2). Glede težiščne vrednosti posameznih trditve v posameznih skupinah, smo skupine poimenovali: pristaši, nasprotniki, neopredeljeni in previdni.

Preglednica 2: Trditve o GSR razvrščene v skupine glede na odgovore anketiranih in odstotki posameznih odgovorov glede strinjanja s posamezno trditvijo (1 – zelo se strinjam; 2 – strinjam se; 3 – neopredeljen; 4 – ne strinjam se; 5 – sploh se ne strinjam; 9 – ni odgovora)

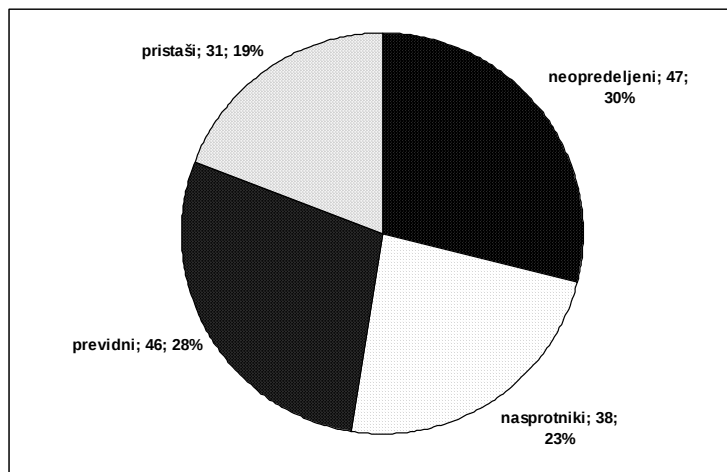
1. SKUPINA		1	2	3	4	5	9
T6	Na področju transgenih rastlin sistem nadzora drži korak z razvojem novosti.	6,8	20,4	31,5	21,0	8,0	12,3
T18	Dozdajšnja znanstvena dognanja upravičujejo široko uporabo transgenih rastlin.	3,1	21,0	35,2	19,8	8,0	13,0
T12	V Sloveniji na področju gensko spremenjenih organizmov deluje pravna država.	2,5	17,9	33,3	12,3	4,9	29,0
T13	V Sloveniji je dovolj strokovnega potenciala za učinkovito izvajanje zakonodaje in zagotavljanje izključenosti interesov na področju gensko spremenjenih organizmov.	3,1	30,2	24,7	19,8	13,0	9,3
T2	Transgena pridelava omogoča kakovostnejšo ter cenejšo prehrano, ki je zanimiva za potrošnika.	4,9	21,6	33,3	21,6	15,4	3,1
T16	V Sloveniji bi bili vplivi masovne pridelave transgenih rastlin na okolje pozitivni.	2,5	8,0	24,7	24,7	25,3	14,8
T4	Zaupam v znanstveno presojo biološke varnosti gensko spremenjene hrane.	7,4	32,1	21,0	24,7	12,3	2,5
T8	Ob ustreznem zagotovitlu o neškodljivosti mi je vseeno, če zaužijem gensko spremenjeno hrano.	12,3	30,2	11,1	26,5	16,0	3,7
T1	Uporaba genske tehnologije omogoča reševanje številnih problemov sodobnega kmetijstva, zato bi jo bilo treba kar najboljše izkoristiti.	16,7	36,4	22,2	17,9	3,7	3,1
2. SKUPINA							
T11	V Sloveniji bi morala veljati popolna prepoved sproščanja transgenih rastlin v okolje.	11,1	11,1	32,7	25,9	11,7	7,4
T15	Soobstoj transgene z ostalimi pridelavami je v Sloveniji nemogoč oziroma nesprejemljiv.	11,7	17,3	26,5	28,4	5,6	10,5
T17	V Sloveniji bi bili vplivi masovne pridelave transgenih rastlin na okolje negativni.	11,7	24,1	34,0	12,3	4,3	13,6
T3	Transgene rastline so nekaj, česar ne potrebujemo, saj prinašajo več škode kot koristi.	6,8	9,9	38,9	26,5	13,0	4,9
3. SKUPINA		1	2	3	4	5	9
T7	Biotehnološke korporacije s patentiranjem jemljejo odločanje in kontrolo nad svetovnim kmetijstvom in prehrano v svoje roke.	21,6	37,7	22,2	6,2	3,1	9,3
T14	Izdelki na slovenskih policah, glede vsebnosti gensko spremenjenih organizmov niso dosledno označeni.	22,2	37,7	17,3	8,0	1,9	13,0
T10	V Sloveniji je razpravljanje ter ozaveščanje javnosti o transgenih rastlinah nezadostno.	27,8	43,2	14,8	8,6	2,5	3,1
T9	Vpliv javnosti na odločitve, povezane z gensko spremenjenimi rastlinami je premajhen.	16,7	36,4	22,2	17,9	3,7	3,1
T5	Znanost ne more predvideti dolgoročnih posledic sproščanja transgenih rastlin za okolje in zdravje ljudi.	27,2	38,9	16,7	11,1	4,9	1,2

Glavna lastnost neopredeljenih je, da se pri večini trditev niso opredelili (izbrali so vrednost 3). V skupini nasprotnikov so tisti anketirani, ki so izrazili veliko nestrinjanje in nezaupanje do uporabe GSR. V tej skupini ni bilo neopredeljenih. V skupini previdnih so anketirani, ki so po svoji opredeljenosti podobni prvi skupini oziroma neopredeljenim, so pa nekoliko bolj

naklonjeni uporabi GSR. V skupino pristašev sodijo anketirani, ki so v splošnem naklonjeni uporabi in raziskovanju GSR. Zanimivo je, da so kljub siceršnji naklonjenosti uporabe transgenih rastlin, neopredeljeni pri trditvi, da bi bila masovna pridelava transgenih rastlin pozitivna (T18). Nobena trditev v tej skupini ni dobila enotne ocene »zelo se strinjam« in »sploh se ne strinjam«.

Preglednica 3: Faktorji, ki ponazarjajo odnos anketiranih do GSR (pojasnjujejo 62 % skupne variabilnosti spremenljivk)

	Trditve	Faktor 1	Faktor 2	Faktor 3	Faktor 4
T11	V Sloveniji bi morala veljati popolna prepoved sproščanja transgenih rastlin v okolje.	-,809	-,161	,120	,154
T16	V Sloveniji bi bili vplivi masovne pridelave transgenih rastlin na okolje negativni.	,788	,106	,038	,189
T8	Ob ustreznem zagotovitvi o neškodljivosti mi je vseeno, če zaužijem gensko spremenjeno hrano.	,784	,077	-,160	-,156
T3	Transgene rastline so nekaj, česar ne potrebujemo, saj prinašajo več škode kot koristi.	-,716	,014	,042	,209
T1	Uporaba genske tehnologije omogoča reševanje številnih problemov sodobnega kmetijstva, zato bi jo bilo treba kar najbolje izkoristiti.	,713	,326	-,085	,247
T17	V Sloveniji bi bili vplivi masovne pridelave transgenih rastlin na okolje pozitivni.	,704	,268	-,035	-,052
T2	Transgena pridelava omogoča kakovostnejšo ter cenejšo prehrano, ki je zanimiva za potrošnika.	,669	,446	-,041	,097
T4	Zaupam v znanstveno presojo biološke varnosti gensko spremenjene hrane.	,540	,401	-,073	-,118
T15	Soobstoj transgene z ostalimi pridelavami je v Sloveniji nemogoč oziroma nesprejemljiv.	-,540	-,294	,144	,179
T6	Na področju transgenih rastlin sistem nadzora drži korak z razvojem novosti.	,174	,731	,057	-,277
T13	V Sloveniji je dovolj strokovnega potenciala za učinkovito izvajanje zakonodaje in zagotavljanje izključenosti interesov na področju gensko spremenjenih organizmov.	,171	,712	-,250	,126
T18	Dozdajšnja znanstvena dognanja upravičujejo široko uporabo transgenih rastlin.	,506	,585	-,008	-,166
T12	V Sloveniji na področju gensko spremenjenih organizmov deluje pravna država.	,124	,555	,078	-,454
T10	V Sloveniji je razpravljanje ter ozaveščanje javnosti o transgenih rastlinah nezadostno.	,026	-,012	,866	-,048
T9	Vpliv javnosti na odločitve, povezane z gensko spremenjenimi rastlinami je premajhen.	-,567	,002	,590	,241
T14	Izdelki na slovenskih policah, glede vsebnosti gensko spremenjenih organizmov niso dosledno označeni.	-,263	-,338	,557	,141
T5	Znanost ne more predvideti dolgoročnih posledic sproščanja transgenih rastlin za okolje in zdravje ljudi.	-,301	-,052	,012	,805
T7	Biotehnoške korporacije s patentiranjem jemljejo odločanje in kontrolo nad svetovnim kmetijstvom in prehrano v svoje roke.	-,015	-,399	,392	,619



Slika 2: Tipične skupine anketiranih glede na odnos do GSR

4 Sklepi

Študenti in zaposleni se po svojem odnosu do GSR med seboj razlikujejo ($\chi^2 = 17,7$; $p = 0,007$), po spolu pa med njimi ni statistično značilnih razlik ($\chi^2 = 2,2$; $p = 0,541$). Lahko bi rekli, da dolgotrajnejše znanstvene izkušnje z inovacijami intenzivirajo kritičen odnos do njih. GSR so le ena od inovacij, s katerimi se v kmetijstvu nenehno srečujemo. Zato nas lahko skrbi relativno velik delež neopredeljenih med študenti in študentkami četrtega letnika.

5 Literatura

- Aerni, P., Bernauer, T. 2006. Stakeholder attitudes toward GMOs in the Philippines, Mexico, and South Africa: The issue of public trust. *World Development* 34, 3: 557-575
- Bohanec, B. 2004. Najpogostejše obravnavani primeri GSR v javnosti. V: *Gensko spremenjena hrana*. Bohanec, B., Javornik, B., Strel, B. Ljubljana, Ministrstvo za okolje, prostor in energijo, Združenje živilske industrije pri Gospodarski zbornici Slovenije, Biotehniška fakulteta: 105 – 130
- Cantley, M. 2004. How should public policy respond to the challenges of modern biotechnology? *Current Opinion in Biotechnology* 15(3): 258-263
- European Federation of Biotechnology. Task Group on Public Perceptions of Biotechnology. 1998. Lessons from the Swiss biotechnology referendum. Brief 8. Briefing paper 8, August 1998 [http://efbpublic.org/Members/admin/library/Library_Card.2004-03-30.4958831600/view?Searchterm=Lessons % 20 from%20Swiss](http://efbpublic.org/Members/admin/library/Library_Card.2004-03-30.4958831600/view?Searchterm=Lessons%20from%20Swiss) (2.avgust 2006)
- Frewer, L., Lassenb, J., Kettlitzc, B., Scholdererd, J., Beekmane, V., Berdalf, K. G. 2004. Societal aspects of genetically modified foods. *Food and Chemical Toxicology* 42, 7: 1181-1193
- Hall, C., Moran, D. 2006. Investigating GM risk perceptions: A survey of anti-GM and environmental campaign group members. *Journal of Rural Studies* 22(1): 29-37
- Murphy, J., Yanacopulosb, H. 2005. Understanding governance and networks: EU-US interactions and the regulation of genetically modified organisms. *Geoforum* 36(5): 593-606
- Noussair, C., Robin, S., Ruffieux, B. 2002. Do consumers not care about biotech foods or do they just not read the labels? *Economics Letters* 75, 1: 47-53

Pomen samoinkompatibilnosti pri žlahtnjenju vrst iz rodu *Brassica*

Katarina RUDOLF PILIH¹

Izvleček

Sistem samoinkompatibilnosti (SI) ima velik pomen pri žlahtnjenju hibridnih sort vrst iz rodu *Brassica*. Preprečuje samooprašitev z zaviranjem kalitve peloda na brazdi pestiča pred kaljenjem ali kmalu po začetni rasti. Na nivoju genoma je samoinkompatibilnost regulirana z zelo polimorfnim S lokusom. Do zavrnitve peloda pride, kadar imata brazda in pelod enak S haplotip. S pomočjo molekularnih tehnik lahko hitreje in bolj zanesljivo določimo samoinkompatibilnostne fenotipe kot s testnimi križanji. Genotipe, ki imajo slabo izraženo samoinkompatibilnost, ne vključimo v vzgojo hibridnih sort, ker je odstotek samooprašitve previsok.

Ključne besede: *Brassica*, samoinkompatibilnost, žlahtnjenje

Self-incompatibility in *Brassica* breeding

Abstract

Self-incompatibility (SI) in *Brassica* has been considered as a pollination control mechanism for commercial hybrid seed production. It prevents self-fertilization by inhibiting pollen-tube growth on the stigma surface or in the style-transmitting tissue. SI is genetically controlled by the highly polymorphic S locus. Pollen rejection occurs when stigma and pollen share the same S haplotype. Molecular methods are an important step in the development of a more reliable and rapid method to identify SI phenotypes than the usual test crossing method. Genotypes with weak incompatibility system need to be excluded from F1 hybrid production to avoid high frequency of selfed seeds.

Key words: *Brassica*, self-incompatibility, breeding.

1 Uvod

Samoinkompatibilnost ima velik pomen pri žlahtnjenju rastlin. Žlahtnitelju ta lastnost predstavlja dva nasprotujoča si vidika. Preprečuje pridobivanje homozigotnih linij, obenem pa nato zagotavlja cenen mehanizem za pridobivanje hibridnega semena, saj sterilizacija ženske starševske rastline ni potrebna. Sisteme samoinkompatibilnosti delimo glede načina zavrnitve peloda na:

- gametofitno samoinkompatibilnost – zavrnitev peloda je nadzorovana preko haploidnega pelodnega genoma. Najbolj znani predstavniki te inkompatibilnosti so iz družine *Solanaceae*, *Rosaceae*, *Scrophulariaceae*, *Fabaceae*, *Onagraceae*, *Campanulaceae*, *Papaveraceae* in *Poaceae* (Franklin in sod., 2003) in
- sporofitno samoinkompatibilnost (SSI) – zavrnitev peloda kontrolira diploidni genom očeta. Ta sistem je bil odkrit pri družinah: *Brassicaceae*, *Asteraceae*, *Convolvulaceae*, *Betulaceae*, *Caryophyllaceae*, *Sterculiaceae* in *Polemoniaceae* (Goodwillie 1997). Zanj je značilna suha, razbrazdana brazda pestiča in zavrnitev peloda na brazdi pred kaljenjem ali kmalu po začetni rasti pelodne cevi. Mehanizem delovanja SSI je najbolj raziskan pri rodu *Brassica*.

¹ Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: katarina.rudolf@kis.si

2 Mehanizem delovanja sporofitne samoinkompatibilnosti pri rodu *Brassica*

2.1 OPRAŠITEV IN RAST PELODNE CEVI

SSI se pri rastlini pojavi dan ali dva pred cvetenjem. Brazde pred tem niso sposobne zavrniti nekompatibilnega cvetnega prahu. Za uspešno oprašitev je brazda najprimernejša šest dni pred ali dva do tri dni po odpiranju cvetov. Pelod ima najvišjo sposobnost oprašitve 2 dni pred ali dan po začetku cvetenja (Zhiyuan in sod., 2000)

Oprašitev vključuje tri dogodke: stik peloda z brazdo pestiča, hidracijo peloda in rast pelodne cevi navzdol po vratu pestiča do semenske zasnove. Cvetni prah požene pelodno cev in predre papilo s pomočjo encimov. Na koncu papile vstopi v prevodno parenhimsko tkivo brazde, vratu in plodnice. V plodnici pelodna cev preraste prekat, nato tkivo s katerim je pritrjena semenska zasnova in preko mikropile doseže neoplojeno ovulo, ki jo oplodi. Pelodna cev raste v pestiču več ur, zato je to tkivo tudi glavno mesto medsebojnih interakcij med rastočo pelodno cevjo in ženskim sporofitom. Hidraciji oziroma ne-hidraciji peloda pripisujejo glavno vlogo pri mehanizmu delovanja SSI. Predhodno so to vlogo pripisovali tvorbi kaloze na mestu stika peloda in papil. To domnevo so ovrgli, saj se kaloza tvori tudi v primeru, ko je oprašitev uspešna (Elleman in Dickinson, 1994).

2.2 MOLEKULARNE ANALIZE SPOROFITNE SAMOINKOMPATIBILNOSTI

SSI je pri rodu *Brassica* povezana z S lokusom. Na podlagi molekularnih analiz so ugotovili, da sta z S lokusom povezana najmanj dva gena. Prvi gen kodira S-lokus glikoprotein, sestavljen iz 431 aminokislinskih ostankov, ki vključujejo signalni peptid (ta se po translaciji odcepi) in 400 aminokislinskih ostankov, ki odgovarjajo izločenemu glikoproteinu. Drugi gen kodira S-lokus receptor kinazo (SRK), ki kodira membranski protein (Stein in sod., 1991). Ekstracelularna domena SRK proteina kaže veliko sekvenčno podobnost z SLG proteinom, vključno z 12-imi cisteinskimi ostanki, ki jih imajo vsi S geni v družini *Brassicaceae*. Oba gena pripadata družini S genov, poleg njiju pa so pri rodu *Brassica* odkrili še t. i. S-lokus sorodne gene, ki se dedujejo neodvisno od SLG in SRK in so bili odkriti tudi pri drugih rastlinskih vrstah.

Na S lokusu so pri vrsti *Brassica oleracea* odkrili preko 50 različnih oblik alelov –S haplotipov. Glede na njihovo izražanje so jih razdelili v dve skupini:

- aleli z visoko aktivnostjo (razred I) – za njih je značilen močan inkompatibilnostni fenotip (dominanten), pri katerem se pri samooprašitvi v povprečju razvije od 0 do 10 pelodnih cevok,
- aleli z nizko aktivnostjo (razred II) – imajo šibek inkompatibilnostni fenotip (recesiven), pri katerem se v povprečju razvije od 10 do 30 pelodnih cevok.

3 Določanje samoinkompatibilnostnih alelov

Na podlagi alelov, ki jih posedujejo izbrane čiste linije, se odločimo kateri genotipi so najprimernejši za vključitev v žlahtniteljski program. Seveda so pri izbiri odločilnega pomena tudi agronomsko pomembne lastnosti.

Pri določanju S alelov se lahko poslužujemo različnih metod. Do nedavnega je bila v uporabi PCR-RFLP metoda, ki temelji na pomnoževanju SLG ali SRK regije s specifičnimi začetnimi oligonukleotidi in razrezu PCR produktov z različnimi restrikcijskimi encimi (Nishio in sod., 1994; Nishio in sod., 1997; Cheung in sod., 1997; Sakamoto in sod., 2000). Novejše metode temeljijo na sekveniranju PCR produktov izbrane regije in razvrščanju alelov v skupine na podlagi primerjave nukleotidnih sekvenc in proteinov z že objavljenimi sekvencami v bazi podatkov (Park in sod., 2002).

3.1 DOLOČANJE SAMOINKOMPATIBILNOSTNIH ALELOV LINIJAM ZELJA VKLJUČENIM V SLOVENSKI ŽLAHTNITELJSKI PROGRAM

Dvajsetim čistim linijam zelja (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.) smo določili samoinkompatibilnostne alele. Linije izhajajo iz križanj med udomačenim kultivarjem Varaždinsko in angleškim hibridnim kultivarjem Hawke in smo jih pridobili po poti embriogeneze s pomočjo kulture mikrospor. Izbrane linije so imele ustrezne agronomsko pomembne lastnosti.

Za določitev samoinkompatibilnostnih alelov smo uporabili začetne nukleotide, ki namnožujejo DNK regijo, ki vključuje S lokus receptor kinazno domeno (Park in sod., 2002). Dobljene PCR produkte smo sekvenirali in na podlagi primerjav dobljenih rezultatov s sekvencami v bazi podatkov linije razvrstili v dva razreda. Osemnajst linij smo uvrstili v štiri skupine znotraj dominantnega razreda I, dve pa v recesivni razred II. Podobnost med skupinami v razredu I je bila od 77,6 do 94,8%, medtem ko je bila podobnost med razredoma le 36%. Kot smo pričakovali, je bila največja variabilnost znotraj intronov, medtem ko so si eksoni veliko bolj podobni tako na nivoju nukleotidov kot proteinov (Rudolf in sod., 2006).

4 Sklepi

Samoinkompatibilnost ima pomembno vlogo v žlahtniteljskih programih križnic. Pravilna izbira genotipov, ki jih vključimo v žlahtnjenje, nam lahko bistveno olajša pridobivanje hibridov. Linijam, ki ustrezajo po agronomsko pomembnih lastnostih, lahko s pomočjo molekularnih tehnik določimo samoinkompatibilnostne alele in v žlahtniteljski program vključimo le tiste, katerih aleli spadajo v dominantni razred I, kjer je odstotek samooprašitve izredno nizek.

Samoinkompatibilnost sicer otežuje vzdrževanje čistih linij s samoopraševanjem, vendar pa lahko samoinkompatibilnostne mehanizme začasno oslabimo z uporabo različnih koncentracij CO₂ (Palloix in sod., 1985; Möhring in sod., 1999), NaCl (Fu in sod., 1992; Möhring in sod., 1999) ali s tretiranjem brazde z visoko temperaturo (Okazaki in Hinata, 1987). S pomočjo navedenih postopkov samooprašimo genotipe z močno izraženo samoinkompatibilnostjo in tako pridobimo čiste linije, ki jih vključimo v žlahtnjenje hibridnih sort.

5 Literatura

- Cheung, W.Y., Champagne, G., Hubert, N., Tulsieram, L., Charne, D., Patel, J., Landry, B.S. 1997. Conservation of S-locus for self-incompatibility in *Brassica napus* L. and *Brassica oleracea* L. Theoretical and Applied Genetics, 95: 73-82
- Elleman, C.J., Dickinson, H.G. 1994. Pollen-stigma interaction during sporophytic self-incompatibility in *Brassica oleracea*. Williams, E.G. et al. (eds.): Genetic Control of Self-Incompatibility and Reproductive Development in Flowering Plants: 76-87
- Franklin-Tong, V.E., Franklin, F.C.H. 2003. The different mechanism of gametophytic self-incompatibility. Philos Trans R Soc Lond B Biol Sci 358 (1434): 1025-1032
- Fu, T.D., Si, P., Yang, X., Yang, G. 1992. Overcoming self-incompatibility of *Brassica napus* by salt (NaCl) spray. Plant Breeding, 109: 255-258
- Goodwillie, C. 1997. The genetic control of self-incompatibility in *Lianthus parviflorus* (Polemoniaceae). Heredity 79: 424-432
- Möhring, S., Esch, E., Wricke, G. 1999. Breeding hybrid varieties in winter rapeseed recessive for self-incompatibility. V: Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress: New Horizons for an old crop, Canberra. <http://www.regional.org.au/au/gcirc/4/228.htm>.
- Nishio, T., Sakamoto, K., Yamaguchi, J. 1994. PCR-RFLP of S locus for identification of breeding lines in cruciferous vegetables. Plant Cell Reports, 13: 546-550
- Nishio, T., Kusaba, M., Sakamoto, K., Ockendon, D.J. 1997. Polymorphism of the kinase domain of the S-locus receptor kinase gene (SRK) in *Brassica oleracea* L. Theor Appl Genet, 95: 335-342

- Okazaki, K., Hinata, K. 1987. repressing the expression of self-incompatibility in crucifers by short-term high temperature treatment. *Theoretical and Applied Genetics*, 73: 496-500
- Palloix, A., Herve, Y., Knox, R.B., Dumas, C. 1985. Effect of carbon dioxide and relative humidity on self-incompatibility in cauliflower, *Brassica oleracea*. *Theoretical and Applied Genetics*, 70: 628-633
- Park, J.I., Lee, S.S., Watanabe, M., Takahata, Y., Nou, I.S. 2002. Identification of S-alleles using polymerase chain reaction-cleaves amplified polymorphic sequence of the S-locus receptor kinase in inbreeding lines of *Brassica oleracea*. *Plant Breeding*, 121: 192-197
- Rudolf, K., Kavar, T., Meglič, V. 2006. Sequence variation of the S-locus receptor kinase in inbreeding lines of cabbage (*Brassica oleracea* var. *capitata* L.). V: 4th slovenian symposium on Plant Biology. Ljubljana, 12-15 sept. 2006. Dolenc Koce J., Vodnik D., Dermastia M. (eds.). Ljubljana, Društvo za rastlinsko fiziologijo Slovenije: 129-130
- Sakamoto, K., Kusaba, M., Nishio, T. 2000. Single-seed PCR-RFLP analysis for the identification of S haplotypes in commercial F1 hybrid cultivars of broccoli and cabbage. *Plant Cell Reports*, 19: 400-406
- Stein, J.C., Howlet, B., Boyes, D.C., Nasrallah, M.E., Nasrallah, J.B. 1991. Molecular cloning of a putative receptor protein kinase gene encoded at the self-incompatibility locus of *Brassica oleracea*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 88: 8816-8820
- Zhiyuan, F., Wang, X., Dongyu, Q., Guangshu, L. 1999. Hybrid seed production in cabbage. *Journal of New Seeds*, 1: 109-129

Uporaba biokemijskih in molekulskih markerjev za preverjanje vrst, sort in hibridov kmetijskih rastlin

Jelka ŠUŠTAR-VOZLIČ¹, Tatjana KAVAR², Marko MARAS³, Katarina RUDOLF PILIH⁴, Peter DOLNIČAR⁵, Vladimir MEGLIČ⁶

Izvleček

Kakovosten semenski material je predpogoj za kakovosten pridelek katerekoli kmetijske rastline. Eden od parametrov kakovosti je tudi sortna pristnost in čistost. V zadnjem času se za preverjanje čistosti/pristnosti sort največ uporabljajo genetske metode. Te počasi nadomeščajo metode, ki temeljijo na biokemijskih markerjih - na proteinih ali izoencimih. Za testiranje hibridne čistosti in preverjanje sort smo zato poleg metod za ločevanje proteinov v zrnju (SDS-PAGE elektroforeza, izoelektrično fokusiranje na ultratankih poliakrilamidnih genih) uvedli še metode, ki temeljijo na genetskih markerjih. Za analizo koruze tako uporabljamo še metodo *Hbr* prikaz, ki temelji na prisotnosti/odsotnosti transponirajočih MITE elementov iz družine *Heartbreaker*, ter analizo polimorfnihih mikrosatelitnih markerjev. Mikrosatelitne markerje uporabljamo tudi za razlikovanje in identifikacijo sort fižola in krompirja. Za preverjanje sortne čistosti/pristnosti ostalih vrst rastlin pa proteinske, RAPD ali AFLP markerje. Razvite in vpeljane metode pomenijo zaokrožitev ponudbe ISTA akreditiranega laboratorija na Kmetijskem inštitutu Slovenije.

Glavne besede: čistost semena, preverjanje sort, koruza, pšenica, *Lolium* sp., fižol, krompir, UTLIEF, MITE, RAPD, AFLP, SSR

Use of biochemical and molecular markers for verification of species, cultivars and hybrids of agricultural crops

Abstract

Good quality seed is essential for competitive agriculture production. One of the parameters of seed quality is also genetic purity of the material. Biochemical markers, which have been widely used for cultivar and species identification and for inbred and hybrid purity testing, are now frequently replaced by DNA markers. Therefore, beside the methods for differentiation of seed proteins (SDS-PAGE, isoelectric focusing in ultrathin layer) we utilize also genetics methods. For the purity tests in maize we use *Hbr* display method, which is based on the location presence/absence of transposable element (MITE) from the family *Heartbreaker*, or microsatellite analysis. Microsatellite markers are utilized also for identification and differentiation of cultivars in common bean and potato. For other plant species, verification tests are based on protein, RAPD or AFLP markers. Methods developed and used are completing the service offered by the ISTA accredited laboratory at the Agricultural Institute of Slovenia.

Key words: seed purity, variety verification, maize, wheat, *Lolium* sp., common bean, potato, UTLIEF, MITE, RAPD, AFLP, SSR

1 Uvod

Za kakovostni pridelek katerekoli kmetijske vrste je predpogoj, da imamo na voljo kakovosten semenski material. Kakovost semenskega materiala kmetijskih rastlin določajo sortna ali

¹ Doc.dr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: jelka.vozlic@kis.si

² Dr., prav tam, e-pošta: tatjana.kavar@kis.si

³ Univ.dipl. inž., prav tam, e-pošta: marko.maras@kis.si

⁴ Dr., prav tam, e-pošta: katarina.rudolf@kis.si

⁵ Mag., prav tam, e-pošta: peter.dolnicar@kis.si

⁶ Doc.dr., prav tam, e-pošta: vladimir.meglic@kis.si

vrstna pristnost in čistost, zdravstveno stanje in druga merila kakovosti (kalivost, čistota, vlaga semena, primernost semenskega materiala kmetijskih rastlin za setev in razmnoževanje), v zadnjem času pa tudi prisotnost oziroma delež gensko spremenjenega semenskega materiala v semenu konvencionalnih sort. Slednje, določanje gensko spremenjenega semena, ni predmet tega članka.

Zahteve o kakovosti semenskega materiala so predpisane z Zakonom o semenskem materialu kmetijskih rastlin (2002) in so usklajene z mednarodnimi standardi (ISTA, OECD, EU predpisi). Zakon predpisuje tudi zahteve za trženje semenskega materiala kmetijskih rastlin in način zagotavljanja skladnosti s predpisanimi zahtevami. Semenski material posamezne vrste kmetijskih rastlin se lahko trži, če glede kakovosti izpolnjuje predpisane zahteve za določeno kategorijo semenskega materiala kmetijskih rastlin, oziroma minimalne zahteve glede kakovosti, če kategorija ni predpisana. Z Zakonom o semenskem materialu kmetijskih rastlin je predpisana tudi naknadna kontrola semenskega materiala kmetijskih rastlin, ki se v Republiki Sloveniji v tekočem letu prideluje oziroma trži. V naknadni kontroli se v sortnih poskusih in z laboratorijskimi testi med drugim preverja tudi sortna ali vrstna pristnost in čistost.

Za ugotavljanje sortne pristnosti in čistosti ter za identifikacijo sort kmetijskih rastlin so se v svetu v preteklih desetletjih uveljavile različne biokemijske in molekulske metode, ki jih odlikujejo hitrost izvedbe, natančnost in zlasti njihova neodvisnost od vplivov okolja. Za preverjanje sortne čistosti, kjer primerjamo testni vzorec s standardnim vzorcem in ugotavljamo, ali je testni vzorec identičen standardnemu vzorcu, se veliko uporabljajo različne elektroforetske metode (elektroforeza beljakovin semen, izoencimska elektroforeza, izoelektrično fokusiranje) (Brink in sod., 1989, Javornik, 1989, Bean in Lookhart, 2000). ISTA ima že predpisane standardne referenčne metode za preverjanje sort iz rodov *Triticum*, *Hordeum*, *Avena*, *Pisum*, *Lolium*, *Zea* (ISTA, 1992, 1993).

Za identifikacijo sort se v zadnjem času poleg biokemičnih metod vse pogosteje uporabljajo tudi različni molekularni markerji (RAPD, AFLP, mikrosateliti), s katerimi detektiramo razlike neposredno na nivoju DNK (Russell in sod., 1997; Polzerova, 2001). Molekularni markerji so bolj polimorfni od biokemijskih, zato posamezne sorte lahko določimo z manjšim številom markerjev. Posamezni genotipi oz. sorte znotraj določene rastlinske vrste se na osnovi molekularnih markerjev med seboj lahko zelo razlikujejo. Za namen identifikacije sort je zato potrebno najprej proučiti celotno variabilnost vrste znotraj določenega področja (npr. Slovenije ali primerjalno širše Evrope) in potem razviti specifične markerje, s katerimi lahko identificiramo posamezno sorto.

Z biokemičnimi in molekularnimi markerji smo proučili variabilnost med sortami in znotraj sort posameznih kmetijskih rastlin ter na osnovi tega določili specifične markerje za identifikacijo določenih sort kmetijskih rastlin. Osredotočili smo se na tiste vrste kmetijskih rastlin, pri katerih je pri nas največje povpraševanje po tovrstnih analizah.

2 Koruza

2.1 IZOELEKTRIČNO FOKUSIRANJE NA ULTRATANKIH NOSILCIH – UTLIEF

Metoda izoelektričnega fokusiranja na ultratankih nosilcih, poliakrilamidnih gelih – UTLIEF (Ultrathin-layer Isoelectric Focusing), je standardna referenčna ISTA metoda, predpisana v ISTA pravilih za testiranje hibridne čistosti in preverjanje sort kornjače (ISTA 2005). Metoda temelji na separaciji amfoteričnih snovi (zmesi proteinov, ki jih ločujemo, in zunanjih, amfolitnih nosilcev), ki so topne v vodi, glede na njihovo izoelektrično obnašanje. Tako iz posameznih semen kornjače izoliramo beljakovine, ki so v vodi topne (zeini), in jih ločimo z izoelektričnim fokusiranjem na ultra-tankih gelih. Vzorec proteinskih črt na gelu je značilen

za posamezno sorto oziroma čisto linijo.

Metoda UTLIEF je primerna tudi za testiranje ovsa, pšenice, rži in ječmena, kar smo tudi praktično preizkusili.

2.2 IZOENCIMSKE ANALIZE

Da bi ugotovili sortno čistost in za določanje – testiranje hibridov koruze z izoencimi, smo preizkušali različne encimske sisteme: SDH, PGD, MDH, AK, MPI, IDH, SKDH, SKDH-1 (vsi S-4 gel) in GPI, PGM, EST, G₂DH (vsi R gel). Polimorfni in tako uporabni za nadaljnje analize oz. za določanje sortne čistosti so bili naslednji sistemi: PGD, MDH, MPI, IDH, SKDH-1, GPI in PGM.

2.3 HEARTBREAKER (MITE) MOLEKULSKI MARKERJI

Genetsko raznolikost med 15 slovenskimi populacijami koruze in znotraj njih smo proučevali na podlagi prisotnosti/odsotnosti miniaturnih transponirajočih elementov z invertiranimi ponavljajočimi sekvencami (MITE) iz družine *Heartbreaker* (*Hbr*). Uporabili smo dokaj novo, ekonomično metodo, "Hbr prikaz", ki je podobna AFLP metodi, le da je en nukleotidni začetnik zasidran v restrikcijsko mesto *MseI*, drug pa v transponirajoči element (Casa et al., 2000). V eni PCR reakciji smo pri posamičnem vzorcu koruze pomnožili okrog 30 do 60 takih elementov. Fragmente smo ločili po velikosti in tipizirali na avtomatskem sekvenatorju ABI Prism 310.

2.4 MIKROSATELITNI MARKERJI

Mikrosatelitni markerji so visoko polimorfni kodominantni markerji. Njihova tipizacija je relativno enostavna, ponovljiva. Primerljivi so tudi rezultati dobljeni v različnih laboratorijih.

3 Ljuljke

da bi preverili vrstno in sortno pristnost ali čistost semenskega materiala iz rodu *Lolium*, smo uvedli biokemijsko metodo poliakrilamidne gelske elektroforeze (SDS-PAGE), ki je standardna ISTA metoda za preverjanje sort iz rodov *Lolium* in *Pisum*. Metoda temelji na ekstrakciji založnih beljakovin z SDS ekstrakcijskim pufrom in njihovim ločevanjem pod vplivom enosmernega električnega polja z SDS-PAGE postopkom. Vzorec proteinskih črt na gelu postane viden po barvanju z barvilom (uporabili smo barvilo Coomassie modro) in je značilen za posamezno vrsto in /ali sorto.

Metodo smo praktično uporabili za preverjanje primesi mnogocvetne ljuljke (*Lolium multiflorum* L.) v vzorcih trpežne ljuljke (*Lolium perenne* L.). Beljakovine smo ekstrahirali iz skupnih vzorcev semen, za primerjavo smo kot standard uporabili čiste vzorce posamezne vrste.

4 Pšenica

Za preverjanje sortne pristnosti semenskih vzorcev pšenice smo uvedli RAPD metodo. Metoda temelji na odkrivanju polimorfizmov, ki so naključno razporejeni po genomu in se med drugim uporablja tudi za identifikacijo sort kmetijskih rastlin. Njene pozitivne lastnosti so sorazmerno nizki izvedbeni stroški in minimalne zahteve po količini DNK.

Za preverjanje sort pšenice smo uspešno preizkusili tudi metodo UTLIEF.

5 Fižol

Pri potrjevanju semenskih posevkov fižola ter pri pridelovalcih, uvoznikih oz. trgovcih semenskega materiala fižola se je že večkrat pojavilo vprašanje po dodatni metodi

identifikacije v primeru, ko razlik med sortami ni mogoče določiti na osnovi morfoloških znakov.

Za razlikovanje in identifikacijo smo uporabili AFLP ali mikrosatelitnih markerje. AFLP tehnika predstavlja zaradi visoke ponovljivosti in velikega števila analiziranih lokusov že z eno samo kombinacijo začetnih oligonukleotidov zelo učinkovito molekularno orodje za proučevanje genetske variabilnosti znotraj vrst (Vos in sod., 1995). Za posamezno sorto dobimo značilen DNK profil. S primerjavo DNK profilov testnih vzorcev s standardnimi vzorci lahko sklepamo o poreklu testiranega materiala.

6 Krompir

Tudi pri krompirju se pojavlja potreba po izdelavi sistema, ki bo uporaben za razlikovanje in identifikacijo sort krompirja tako v naknadni kontroli kot tudi v celotni prehranski verigi. V raziskavi smo uporabili šest mikrosatelitnih markerjev, s pomočjo katerih smo določili genetsko raznolikost 32 sort krompirja, ki so vključene v Slovensko sortno listo. Od tega je bilo 12 sort (Jaka, Cita, Igor, Meta, Jana, Kresnik, Pšata, Bistra, Dobrin, Cvetnik, Vesna, Matjaž) požlahtnjenih na Kmetijskem inštitutu Slovenije, preostale tuje sorte (Carlingford, Frisia, Navan, Sante, Minerva, Ulster Sceptre, Adora, Maris bard, Agria, Kondor, Katahdin, Bea, Escort, Kennebec, Desiree, Jaerla, Primura, Romano, White lady, Solara) pa imajo pomemben delež v slovenski pridelavi krompirja. S pomočjo šestih mikrosatelitnih markerjev smo uspešno in hitro ločili vse sorte, ki smo jih vključili v raziskavo.

7 Sklepi

Razvili in uvedli smo metode za testiranje hibridne čistosti in preverjanje sort koruze in pšenice ter metode za preverjanje vrstne in sortne pristnosti ali čistosti semenskega materiala vrst iz rodu *Lolium*. Prav tako smo razvili in uvedli metode za razlikovanje in identifikacijo slovenskih sort fižola in krompirja.

Razvite in vpeljane metode pomenijo zaokrožitev ponudbe Semenskega laboratorija Kmetijskega inštituta Slovenije, akreditiranega laboratorija s strani mednarodne organizacije za testiranje semena - ISTA (International Seed Testing Association). Semenski laboratorij je tako usposobljen za izvajanje novih nalog, ki izhajajo Zakona o semenskem materialu kmetijskih rastlin.

Hitra in zanesljiva identifikacija sort je pomembna tudi pri kontroli kakovosti v prehranski verigi. Analize so uporabne tudi kot dopolnilo testiranju RIN (različnost, izenačenost, nespremenljivost).

8 Zahvala

Raziskava je potekala v okviru ciljnega raziskovalnega projekta 'Razvoj in uvedba novih metod testiranja semenskega materiala kmetijskih rastlin kot jih določajo mednarodni standardi' (V4-0751-02). Projekt sta sofinancirala Agencija za raziskovalno dejavnost RS in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

9 Literatura

- Bean, SR, Lookhart, GL. 2000. Electrophoresis of cereal proteins. J. of Chromatography 881, 1-2: 23-36
- Brink, DE, Price, SC, Nguyen, H., Fuerst, G., Martinez, C. 1989. Genetic purity assessment of commercial single cross maize hybrids – isoelectric focusing of zeins. Seed Science and Technology 17, 1: 91-98
- Casa, A.M., Brouwer, C., Nagel, A. Wang, L. Zhang, Q. Kresovich, S. Wessler, S.R. 2000. The MITE

-
- family Heartbreaker (Hbr): Molecular markers in maize. PNAS, 97, 18, 10083-10089
- ISTA Handbook of variety testing: Electrophoresis Handbook: Variety Identification. 1992. Zurich, International Seed Testing Association (ISTA), 1-42
- ISTA Handbook of variety testing: Rapid chemical identification techniques. 1993. Zurich, International Seed Testing Association (ISTA): 1-24
- ISTA 2006. International rules for seed testing, Edition 2006. International Seed Testing Association, Bassersdorf, Switzerland.
- Javornik B. 1989. Wheat identification by gliadin electrophoresis. Podravka, 7: 49-67.
- Polzerova, H. 2001. The use of molecular genetic techniques to potato variety identification. Rostlinna vyroba 47, 11: 482-487
- Russell, J., Fuller, J., Young, G., Thomas, B., Taramino, G., Macaulay, M., Waugh, R., Powel, W. 1997. Discrimination between barley genotypes using microsatellite markers. Genome 40: 442-450
- Vos, P., Hogers, R., Bleeker, M., Reijans, M., Vandele, T., Hornes, M., Frijters, A., Pot, J., Peleman, J., Kuiper, M., Zabeau, M. 1995. AFLP - a new technique for DNA-fingerprinting. Nucl. Acid Res. 23: 4407-4414

Nove slovenske sorte krompirja

Peter DOLNIČAR¹

Izvleček

Kakovosten in ekološkimi razmeram prilagojen sortiment predstavlja osnovo za konkurenčno pridelovanje katerekoli kmetijske rastline. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije, kjer obstaja dolga tradicija vzgoje lastnih sort, smo pred trinajstimi leti začeli z novim programom žlahtnjenja; do zdaj so bile potrjene že tri nove slovenske sorte krompirja Pšata, Bistra in KIS Sora, KIS Mirna pa je v postopku registracije. V prispevku so predstavljeni podrobnejši opisi navedenih sort.

Ključne besede: žlahtnjenje, krompir, slovenske sorte

New Slovenian potato varieties

Abstract

Quality and ecologically well adapted assortment of varieties is the basis for successful production of any agricultural crop. It has been a long tradition of potato breeding at the Agricultural Institute of Slovenia. A new potato breeding programme started 13 years ago. Three new varieties Pšata, Bistra and KIS Sora had been bred since and variety KIS Mirna has been in the process of registration. Detailed descriptions of the varieties are presented.

Key words: breeding, potato, Slovenian varieties

1 Uvod

Kakovosten in slovenskim ekološkim razmeram prilagojen sortiment predstavlja osnovo za konkurenčno pridelovanje katerekoli kmetijske rastline. Enostavna introdukcija kmetijskih rastlin iz drugih pridelovalnih območij velikokrat namreč ni uspešna. Tendence po zmanjševanju uporabe fitofarmacevtskih sredstev, spreminjanje podnebnih razmer in drugo narekujejo sprotno prilagajanje sortimenta. Le trajni ali dolgoročni žlahtniteljski programi omogočajo vzgojo kmetijskih rastlin, ki se boljše prilagajajo na spremembe v okolju. Žlahtnjenje kmetijskih rastlin je torej kontinuiran in dolgoročen proces, ki pri večini kmetijsko pomembnih rastlinskih vrst za vzgojo ene same sorte traja več kot 10 let (Bradshaw in sod., 1994; Jellis in sod., 1987). Na Kmetijskem inštitutu Slovenije, kjer obstaja dolga tradicija vzgoje lastnih sort, smo pred trinajstimi leti začeli z novim programom žlahtnjenja (Dolničar, 2000; Dolničar, 2002), so bile do zdaj že potrjene tri nove slovenske sorte krompirja.

2 Material in metode dela

Program žlahtnjenja krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije zajema naslednje postopke:

- izbiro staršev,
- križanja v prvem letu,
- vzgojo sejancev v drugem letu,
- vzgojo križancev na polju v tretjem do osmem letu,
- preizkušanje križancev v predizbiri,
- proces registracije nove sorte.

Postopek selekcije obsega več vzporednih metod, ki so odvisne od ciljev žlahtnjenja:

- odbiro genotipov, odpornih proti virusom,

¹ Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: peter.dolnicar@kis.si

- odbiro genotipov, tolerantnih na herbicid sencor,
- odbiro kvalitativno dedovanih lastnosti (oblika gomoljev, globina očes, barva kože in mesa, dolžina stolonov, habitus, ...),
- odbiro kvantitativno dedovanih lastnosti (pridelek, število gomoljev, ...),
- spremljanje in določevanje občutljivosti na krompirjevo plesen,
- preizkus jedilne kakovosti,
- opis klonov.

Večina navedenih metod in velik del programa je bila že opisana v objavah v zadnjih letih (Dolničar, 2000; Dolničar, 2002). V tem prispevku so podrobneje predstavljene tri nove sorte krompirja, ki so bile uvrščene na Slovensko sortno listo in bodoča nova sorta, za katero predvidevamo, da bo potrjena v letu 2007. Ker je bilo triletno preskušanje gospodarske vrednosti sorte že opravljeno, pričakujemo le še uspešen zaključek preizkušanja RIN.

3 Rezultati z diskusijo

V letu 2004 sta bili potrjeni novi sorti krompirja Pšata in Bistra, obe vzgojeni na Kmetijskem inštitutu Slovenije. V letu 2006 jima je sledila sorta KIS Sora, v letu 2007 pa pričakujemo uspešno potrditev križanca KIS 93-1/7-8 z imenom KIS Mirna. Podrobnejši opisi sort so v preglednicah 1, 2 in 3.

Preglednica 1: Opis nekaterih pomembnejših lastnosti sort Pšata, Bistra, KIS Sora in KIS Mirna

Pomembnejše lastnosti	Sorta				Legenda
	Pšata	Bistra	KIS Sora	KIS Mirna	
Zgodnost	6,5	4,5	4,5	6,5	9 = zelo zgodnja; 3 = zelo pozna
Rastlina-začetni razvoj	7	4	3	7	9 = zelo hiter; 3 = zelo počasen
- razvoj rastline	7	6	6	7	9 = zelo hiter; 3 = zelo počasen
Barva cveta	bela	bela	bela	bela	opisno
Število cvetov	4	7	6	4	9 = zelo veliko; 3 = malo
Oblikovanje jagod	3	5	6	4	9 = zelo veliko; 3 = malo
Dolžina stolonov	5	6	7	5	9 = zelo dolgi; 3 = zelo kratki
Barva kože	rumena	rumena	rumena	rumena	opisno
Barva mesa	krem	bela	krem	bela	opisno
Oblika gomolja	ovalni	okroglo ovalna	ovalna	okroglo ovalna	opisno
Izenačenost oblike gomoljev	6	8	7	7	9 = odlična; 3 = zelo slabo
Globina očes	8	7	8	7	9 = zelo plitva; 3 = zelo globoka
Povprečno število gomoljev	8	9	7	7	9 = zelo veliko; 3 = zelo malo
Debelina gomoljev	5	6	6	7	9 = zelo debeli; 3 = zelo drobni
Izenačenost debeline gomoljev	8	7	7	8	9 = odlična; 3 = zelo slaba
Barva svetlobnega kaliča	rdeča	rdeča	rdeča	rdeča	opisno
Oblika svetlobnega kaliča	stožčast	ovalna	ovalna	ovalna	opisno
Dormanca	6	8	8	6	9 = zelo dolga; 3 = zelo kratka
Primernost za hladno skladišče	5	7	9	6	9 = primerna; 3 = manj primerna

Preglednica 2: Opis pridelka in uporabne vrednosti sort Pšata, Bistra, KIS Sora in KIS Mirna

Pridelek	Sorta				Legenda
	Pšata	Bistra	KIS Sora	KIS Mirna	
Pridelek:					
- globoka težja tla	7	8	9	6	9 = zelo velik; 3 = zelo majhen
- lahka peščena tla	6	7	6	8	9 = zelo velik; 3 = zelo majhen
Vsebnost suhe snovi	22	21	21	20	V %
Uporabna vrednost					
Namen uporabe	kuhanje	kuhanje pečenje	večnamenski	kuhanje pečenje	opisno
Jedilna kakovost	8	9	9	9	9 = odlična; 3 = zelo slaba
Kuharski tip	BC	B	A	BC	A, B, C, AB, BC
Razkuhavanje	7	8	9	5	9 = ni razkuhan; 3 = razkuhan
Konsistenca	6	7	7	9	9 = rahla; 3 = čvrsta
Aroma	8	9	8	9	9 = odlična; 3 = slaba
Razbarvanje po kuhanju	8	9	9	9	9 = se ne razbarva; 3 = se razbarva
Razbarvanje po lupljenju	9	9	9	9	9 = se ne razbarva; 3 = se razbarva
Uporabnost za pomfrit	5	3	7	6	9 = zelo primeren; 3 = ni primeren
Uporabnost za čips	3	5	7	6	9 = zelo primeren; 3 = ni primeren

Preglednica 3: Opis občutljivosti na fiziološke napake ter odpornosti proti boleznim sort Pšata, Bistra, KIS Sora in KIS Mirna

Občutljivost na napake	Sorta				Legenda
	Pšata	Bistra	KIS Sora	KIS Mirna	
Na poškodbe kože	7	8	7	6	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Na udarce	7	8	7	7	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Na sekundarno rast	7	6	6	8	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Na pokanje med rastjo	9	9	9	7	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Na rjavo pegavost	9	9	9	7	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Na votlo srce	8	8	8	8	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Tolerantnost na SENCOR	7	8	8	8	9 = ni občutljiva; 3 = zelo občutljiva
Odpornost					
Virus zvijanja listov					
krompirja	6	8	7	6	9 = zelo odporna; 3 = zelo občutljiva
Krompirjev virus Yntn	9	9	9	9	9 = zelo odporna; 3 = zelo občutljiva
Nekroze na gomoljih	9	9	9	9	9 = ni nekroz; 1 = g. z nekrozami
Plesen na listih	6	7	6	6	9 = zelo odporna; 3 = zelo občutljiva
Plesen na gomoljih	7	7	7	6	9 = zelo odporna; 3 = zelo občutljiva
Navadna krastavost	5	6	5	5	9 = zelo odporna; 3 = zelo občutljiva
Krompirjev rak - rasa D1	V	V	I	I	I = imuna; V=občutljiva
Cistotvorne ogorčice					
- rumena	-	Ro 1, 3, 4	Ro 1 - 5	-	Na katere rase je odporna
- bela	-	-	Pa 2	Pa 3	Na katere rase je odporna

4 Sklepi

Vse štiri opisane sorte (Pšata, Bistra, KIS Sora in KIS Mirna) so popolnoma odporne proti krompirjevemu virusu Y, sorta Bistra tudi proti virusu zvijanja krompirjevih listov. Srednje odporne so tudi proti glivičnim boleznim.

Na stresne razmere so razmeroma tolerantne, saj ne reagirajo s pojavljanjem fizioloških napak.

Vse so odlične kakovosti za kuhanje, Bistra in KIS Mirna tudi za pečenje. KIS Sora je odlična večnamenska jedilna sorta tipa A, primerna za domačo pripravo ocvrtega krompirja.

Vse sorte zagotavljajo visoke pridelke srednje debelih precej izenačenih gomoljev. Sorta KIS Mirna zagotavlja visoke pridelke tudi na lažjih plitvejših tleh. Predvsem je primerna kot zamenjava za sorto Kennebec.

Sorta KIS Sora je ena redkih sort, ki je tolerantna na nizke skladiščne temperature in v hladnem skladišču ne postane sladka.

Glede na opisane lastnosti lahko sklenemo, da so bili cilji programa žlahtnjenja uspešno uresničeni.

5 Literatura

- Bradshaw, J. E., Mackay, G.R. -eds. 1994. Potato Genetics.- CAB International, Wallingford, 539 s.
- Dolničar, P. 2000. Dosedanji dosežki žlahtnjenja krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije. V: Tajnšek, Anton (ur.), Šantavec, Igor (ur.). Novi izzivi v poljedelstvu 2000: zbornik simpozija, Moravske Toplice, 14. in 15. december 2000, Ljubljana: Slovensko agronomsko društvo: 152–155
- 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, Zreče, 5. in 6. december 2002, Ljubljana, Slovensko agronomsko društvo: 143–147
- Jellis, G. J., Richardson, D. E. 1987. The production of new potato varieties-technological advances. Cambridge University Press, Cambridge: 357 s.

Vpliv sončnega UV-B sevanja na rastline in kakovost pridelkov

Ivan KREFT¹, Mateja GERM², Blanka VOMBERGAR³

Izvleček

Prispevek govori o prehranski in funkcijski kakovosti pridelkov (s posebnim ozirom na navadno in tatarsko ajdo ter zel šentjanževke) za ljudi, glede na sestavo UV-B absorbirajočih snovi in posebej rutina. Flavonoidi, delujejo poleg tega, da absorbirajo UV-B sevanje, tudi kot antioksidanti, kar še poveča njihovo vlogo pri zaščiti rastlin pred škodljivimi učinki UV sevanja. Flavonoidom pripisujejo tudi zaščitno vlogo pred insekti in patogeni, poleg tega pa določajo kvaliteto uživane hrane. Na količino UV-B absorbirajočih snovi v pridelkih pomembno vpliva naravno obsevanje z UV-B žarki.

Glavne besede: funkcionalna hrana, UV-B sevanje, flavonoidi

Impact of solar UV-B radiation on plants and quality of yield

Abstract

Lecture on nutritional quality of yield (especially common and tartary buckwheat and *Hypericum* herb). Plants use phytochemicals as a defence against oxidative stress, caused by solar radiation, and as a defence mechanism against diseases and pests. Synthesis of phytochemicals is genetically determined and regulated by ecological factors, including UV-B radiation.

Key words: functional food, UV-B radiation, flavonoids

1 Funkcijski pridelki

V novejšem času so zlasti v severni Evropi, zadnje čase pa tudi pri nas, širijo vrste kruhov in drugi živilski izdelki, ki imajo posebne lastnosti ali pa naravne dodatke, ki naj bi izboljšali njihovo funkcijsko vrednost. Posebno pozornost se posveča pridelkom z antioksidativnimi učinki, s počasi prebavljivimi beljakovinami in s počasi prebavljivim škrobom.

Funkcijska hrana je definirana kot hrana, usmerjena na konkretne želene vplive v organizmu, poleg običajnih prehranskih zahtev, tako da se zdravje ali izboljša, ali pa vsaj zmanjša tveganje za bolezni (Alzamora in sod., 2005). V zadnjem času se je zelo povečalo zanimanje, pa tudi ponudba funkcijskih pridelkov in izdelkov. Molekulski vidiki funkcionalne hrane rastlinskega izvora so bili obsežno osvetljeni na EU srečanju COST 916 (2000), ki smo ga leta 2000 organizirali v Gozdu Martuljku. COST 916 je predlagal priporočila o načinu uporabe hrane s funkcijsko vrednostjo. Podobne cilje je imel tudi mednarodni projekt z naslovom "Emerging preservation techniques for foods of concern in Ibero-America" (CYTED Program), ki je bil izvajen od 1999 do 2004. Poročilo je pokazalo napredek pri razvoju funkcijske hrane predvsem pri sadju in zelenjavi, zlasti v povezavi s probiotiki in elementi v sledovih (kalcijem in cinkom) (Alzamora in sod., 2005).

V zadnjih letih se je znanost osredotočila na uravnovešeno prehrano, k temu pa je treba dodajati še posebne funkcijske prehranske izdelke z določenim konkretnim namenom z vidikom izboljšanja zdravstvenega stanja uporabnikov (Gibson in Williams, 2000). Razvoj

¹ Prof. dr., Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Jamnikarjeva 101, SI-1111 Ljubljana, e-pošta: ivan.kreft@guest.arnes.si

² Dr., Nacionalni inštitut za biologijo, Večna pot 111, SI- 1000 Ljubljana

³ Mag., Živilska šola Maribor, Park mladih 3, 2000 Maribor

funkcijske hrane odraža razmerje med hrano in zdravjem. Zaradi kompleksnosti pojma »funkcijska hrana« ta pojem bolj izraža koncept in način pristopa kot strogo omejeno skupino prehranskih izdelkov. V EU je sprejet dokument soglasja »Concerted Action on Functional Food Science in Europe (FUFOSE)«, to je predlog, da se hrano lahko smatra za funkcijsko, če se na ustrezen način pokažejo ugodni učinki na eno ali več ciljnih funkcij v organizmih ljudi, poleg zadovoljitve običajnih prehranskih potreb. Ta ciljna funkcija je lahko povezana bodisi z izboljšanjem zdravstvenega stanja in počutja ljudi, bodisi z ohranjanjem zdravja in preprečevanjem nastanka bolezni. V vsakem primeru pa mora funkcijska hrana ostati hrana; naj ne bi bila ponujena v obliki tablet ali kapsul ampak v običajni prehranski obliki (Diplock, 1999).

Evropsko pravo za sedaj še ne obravnava funkcijske hrane ali nutracevitičnih izdelkov kot posebnih kategorij, ampak so taki izdelki podvrženi običajnim kriterijem za prehranske izdelke, v pripravi pa je tudi podrobnejša ureditev tega področja (Coppens in sod., 2006).

Za določeno osnovo je do sprejetja novih dokumentov tekst iz leta 1989, tako imenovana PARNUTS okvirna direktiva Directive 89/398/EEC. Do sprejetja podrobnejših določil EU velja postopek notifikacije, kar pomeni, da mora pridelovalec in proizvajalec upoštevati zakonodajo svoje države o začetku trženja izdelka, proizvajalec mora razpolagati s kompletno dokumentacijo, ki dokazuje, da je prehranski izdelek upravičeno namenjen za posebne namene (Coppens in sod., 2006).

2 Vpliv UV-B sevanja na rastline

Razumevanje vplivov okoljskih dejavnikov na kmetijske rastline, se je znatno izboljšalo v zadnjih letih. Okolje se neprestano spreminja zaradi vpliva človeka. Po napovedih naj bi se koncentracija atmosferskega CO₂ podvojila in temperatura narasla za 5,5°C do konca tega stoletja; tovrstne napovedi so mnogokrat le ugibanja. Znanstvena ocena pa dokazuje, da je bilo stratosferskega ozona v obdobju 1997-2001 3–6% manj kot v letih pred 1980 (UNEP, 2002). Poleg naravnega razpada ozona, ki tudi poteka v stratosferi, se je ta proces povečal v zadnji polovici 20. stoletja zaradi plinov, predvsem flourokloroogljikov in dušikovih oksidov ter snovi, ki vsebujejo bromine (Butler in sod., 1999). Obnovitev ozonske plasti bo počasnejša zaradi učinka emisije toplogrednih plinov (Weatherhead in sod., 2000). Količina UV-B sevanja na zemeljski površini se spreminja s kotom sonca, oblačnostjo, z onesnaženostjo ozračja in površinskim odbojem. Najpomembnejša posledica tanjšanja ozonske plasti je naraščanje UV-B sevanja. Čeprav je v celotnem sončnem sevanju, ki doseže zemeljsko površino le majhen odstotek UV-B sevanja, ima le-to močan vpliv na organizme (Rozema in sod., 2002). Večina poskusov z UV-B sevanjem je kratkotrajnih, čeprav ima lahko UV-B sevanje tudi kumulativen učinek (Björn in sod., 1997).

Rutin (quercetin-3-rutinosid) in drugi polifenolni antioksidanti so prisotni v rastlinah kot zaščita pred ultravijoličnim sevanjem, boleznimi in škodljivci (Gaberščik in sod., 2002; Rozema in sod., 2002). UV-B sevanje sproži povečano aktivnost genov, ki pospešujejo metabolizem fenilpropanoidne poti in tvorbo flavonoidov pa tudi drugih fenolov (predvsem estrov kavne kisline). Odpornost na UV-B poškodbe se omogoči s povečano sintezo flavonoidov in/ali sorodnih fenilpropanoidov na listni površini in epidermijskih celicah. Poleg zaščite pred prodiranjem UV-B sevanja v globlje plasti lista, pa delujejo flavonoidi tudi kot antioksidanti, kar še poveča njihovo vlogo pri zaščiti rastlin pred učinki UV-B sevanja (Rozema in sod., 2002).

3 Polifenolne snovi in kakovost pridelkov

Ugotovljeno je, da so zlasti navadna in tatarska ajda, bučne peške, grah ter fižol zanimiv možen vir za pripravo funkcijskih prehranskih izdelkov. Rutin v ajdi in druge polifenolne antioksidativne snovi se v žitih in stročnicah sintetizirajo za zaščito rastlin pred ultravijoličnimi žarki, boleznimi in škodljivci. V hrani imajo vrsto zanimivih učinkov. Fenolni deli nekaterih flavonoidnih molekul so ponavadi hidrofobni, nase pa lahko vežejo nekatere elemente v sledovih. Rutin je sekundaren rastlinski metabolit, ki preprečuje lomljivost kapilar in prispeva k zniževanju krvnega tlaka, znižuje nevarnost arterioskleroze in ima antioksidativne učinke (Park in sod., 2000; Holasova in sod., 2001). Vsebnost flavonoidov se v rastlinah lahko zelo spreminja v odvisnosti od razmer okolja, pridelave in predelave, ter v odvisnosti od interakcij z drugimi sestavinami živil (Fabjan in sod., 2003; Skrabanja in sod., 2004; Kreft in sod., 2006). Pričakujemo lahko, da polifenolne snovi lahko tvorijo komplekse z elementi v sledovih, ti kompleksi lahko imajo spremenjene biotske učinke na organizme (Afanasev in sod., 2001).

Poleg različnih polifenolov (Luthar, 1992; Fabjan in sod., 2003) so v ajdi, bučnih peškah, grahu in fižolu lahko tudi beljakovine z visoko biotsko vrednostjo in uravnoteženo aminokislinsko sestavo (Eggum, 1980; Ikeda in sod., 1986; Kayashita in sod., 1999; Liu in sod., 2001), odporen oziroma retrogradiran škrob (Skrabanja in Kreft, 1998; Skrabanja in sod., 1999; Skrabanja in sod., 2001; Kreft in Skrabanja, 2002), razmeroma visoka vsebnost lahko dostopnega cinka in bakra (Ikeda in sod., 1990; Ikeda and Yamagutchi, 1993; Ikeda and Yamashita, 1994) in selen v oblikah organskih molekul (Kreft in sod., 2002; Stibilj in sod., 2004; Bonafaccia in sod., 2003; Smrkolj in sod., 2006).

Med pridelki, posebej zanimivimi za pridobivanje funkcijskih prehranskih izdelkov, je zrnje navadne in tatarske ajde, zel obeh ajd (kot možen vir za izdelavo zelene ajdove moke – funkcijskega dodatka jedem). Raziskali smo vpliv UV-B sevanja tudi na zel šentjanževke, pomemben vir rutina in pridelka, pomembnega za antidepresivna farmacevtska sredstva (neobjavljeni rezultati).

4 Zahvala

Avtorji se zahvaljujemo ARRS za sofinansiranje projekta "Fiziološki indikatorji stresa pri gojenih rastlinah" (J4-6428-0105-04/4.03).

5 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
- Alzamora S.M., Salvatori D., Tapia MS, Lopez-Malo A., Welti-Chanes J., Fito P. 2005. Novel functional foods from vegetable matrices impregnated with biologically active compounds. *Journal of Food Engineering*, 67, 2005: 205-214
- Björn, L.O., Callaghan, T.V., Johnsen, I., Lee, J.A., Manetas, Y., Paul, N.D., Sonesson, M., Wellburn, A.R., Coop, D., Heide-Jorgensen, H.S., Gehrke, C. 1997. The effects of UV-B radiation on European heathland species. *Plant Ecology*, 128: 252-264
- Bonafaccia, G., Marocchini, M., Kreft, I. 2003. Composition and technological properties of the flour and bran from common and tartary buckwheat. *Food Chemistry*, 80: 9-15
- Butler, J.H., Battle, M., Bender, M.L., Montzka, S.A., Clark, A.D., Saltzman, E.S., Sucher, C.M., Severinghaus, J.P., Elkins, J.W. 1999. A record of atmospheric halocarbons during the 20th century from polar firn air. *Nature*, 399: 749-755
- Caldwell, M.M. 1968. Solar ultraviolet radiation as an ecological factor for alpine plants. *Ecological Monographs*, 38: 243-268

- Coppens, P.; da Silva, M.F.; Pettman, S. 2006. European regulations on nutraceuticals, dietary supplements and functional foods: A framework based on safety. *Toxicology*, 221: 55-60
- COST 916. 2000. Molecular and genetic interactions involving phytochemicals : European scientific symposium in Gozd Martuljek, 17-20 September, 2000]. KREFT, I., ŠKRABANJA, V. (eds.). Ljubljana: Biotehniška fakulteta, 2001, pp. 214
- Diplock, I. 1999. Scientific concepts of functional food in Europe: Consensus document, *British Journal of Nutrition* 81: S1-S28
- Eggum, B.O. 1980. The protein quality of buckwheat in comparison with other protein sources of plant or animal origin. In: Kreft, I., Javornik, B., Dolinšek, B. (eds.). Symposium on buckwheat, Ljubljana, 1980. Ljubljana: Biotechnical faculty, 115-120
- Fabjan, N.; Rode, J.; Košir, I.J.; Wang, Z.H.; Zhang, Z.; Kreft, I. 2003. Tartary buckwheat (*Fagopyrum tataricum* Gaertn.) as a source of dietary rutin and quercitrin. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 51 (22): 6452-6455
- Gaberščik, A.; Vončina, M.; Trošt, T.; Germ, M.; Björn, L.O. 2002. Growth and production of buckwheat (*Fagopyrum esculentum*) treated with reduced, ambient and enhanced UV-B radiation. *Journal of Photochemistry and Photobiology, Biology*, 66: 30-36
- Gibson, G.R.; Williams, C.M. 2000. Functional foods. Concept to product (1-27), Woodhead Publishing Limited, Cornwall (2000)
- Holasova, M.; Fidlerova, V.; Smrcinova, H.; Orsak, M.; Lachman, J.; Vavreinova, S. 2001. Buckwheat - the source of antioxidant activity in functional foods. *Food Research International*, 35: 207-211
- Ikeda, K.; Kusano, T.; Yasumoto, K. 1986. Inhibitory potency of plant antinutrients towards the in vitro digestibility of buckwheat protein. *Journal of Food Science*, 51: 1527-1530
- Ikeda, S.; Edotani, M.; Naito, S. 1990. Zinc in buckwheat. *Fagopyrum*, 10: 51-57
- Ikeda, S.; Yamaguchi, Y. 1993. Zinc contents in various samples and products of buckwheat. *Fagopyrum*, 13: 11-15
- Ikeda, S.; Yamashita, Y. 1994. Buckwheat as a dietary source of zinc, copper and manganese. *Fagopyrum*, 14: 29-34
- Kayashita, J.; Shimaoka, I.; Nakajoh, M.; Kishida, N.; Kato, N. 1999. Consumption of a buckwheat protein extract retards 7,12-dimethylbenz[alpha]anthracene-induced mammary carcinogenesis in rats. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 63: 1837-1839
- Kreft, S.; Knapp, M.; Kreft, I. 1999. Extraction of rutin from buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) seeds and determination by capillary electrophoresis. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2020-2023
- Kreft, I.; Škrabanja, V. 2002. Nutritional properties of starch in buckwheat noodles. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology*, 48: 47-50
- Kreft, S.; Strukelj, B.; Gaberscik, A.; Kreft, I. 2002. Rutin in buckwheat herbs grown at different UV-B radiation levels: comparison of two UV spectrophotometric and an HPLC method. *Journal of Experimental Botany*, 53: 1801-1804
- Kreft, I.; Fabjan, N.; Yasumoto, K. 2006. Rutin content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) food materials and products. *Food Chemistry*, 98: 508-512
- Liu, Z.; Ishikawa, W.; Huang, X.; Tomotake, H.; Kayashita, J.; Watanabe, H.; Nakajoh, M.; Kato, N. 2001. A buckwheat protein product suppresses 1,2-dimethylhydrazine-induced colon carcinogenesis in rats by reducing cell proliferation. *The Journal of Nutrition*, 131: 1850-1853
- Luthar, Z. 1992. Polyphenol classification and tannin content of buckwheat seeds (*Fagopyrum esculentum* Moench). *Fagopyrum*, 12: 36-42
- Park, C.H.; Kim, Y.B.; Choi, Y.S.; Heo, K.; Kim, S.L.; Lee, K.C.; Chang, K.J.; Lee, H.B. 2000. Rutin content in food products processed from groats, leaves and flowers of buckwheat. *Fagopyrum*, 17: 63-66
- Rozema, J.; Björn, L.O.; Bornmann, J.F.; Gaberščik, A.; Häder, D.P.; Trošt, T.; Germ, M.; Klisch, M.; Gröninger, A.; Sinha, R.P.; He, Y.Y.; Lebert, M.; Buffoni-Hall, R.; De Bakker, N.V.J.; Van De Staiij, J.; Meijkamp, B. 2002. The role of UV-B radiation in aquatic and terrestrial ecosystems - an experimental and functional analysis of the evolution of UV-B absorbing compounds. *Journal of Photochemistry and Photobiology, Biology*, 66: 2-12

- Skrabanja, V.; Kreft, I. 1998. Resistant starch formation following autoclaving of buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) groats. An in vitro study. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46: 2020-2023
- Skrabanja, V.; Liljeberg, H.G.M.; Hedley, C.L.; Kreft, I., Björck, I.M.E. 1999. Influence of genotype and processing on the in vitro rate of starch hydrolysis and resistant starch formation in peas (*Pisum sativum* L.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 47: 2033-2039
- Skrabanja, V.; Liljeberg, E.H.G.M.; Kreft, I.; Björck, I.M.E. 2001. Nutritional properties of starch in buckwheat products: studies in vitro and in vivo. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 49: 490-496
- Skrabanja, V.; Kreft, I.; Golob, T.; Modic, M.; Ikeda, S.; Ikeda, K.; Kreft, S.; Bonafaccia, G.; Knapp, M.; Košmelj, K. 2004. Nutrient content in buckwheat milling fractions. *Cereal Chemistry*, 81 (2): 172-176
- Smrkolj, P.; Stibilj, V.; Kreft, I.; Germ, M. 2006. Selenium species in buckwheat cultivated with foliar addition of Se(VI) and various levels of UV-B radiation. *Food Chemistry*, 96: 675-681
- Stibilj, V.; Kreft, I.; Smrkolj, P.; Osvald, J. 2004. Enhanced selenium content in buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench) and pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) seeds by foliar fertilisation. *European Food Research and Technology*, 219: 142 – 144
- UNEP, 2002. Executive Summary. Final of UNEP/WMO Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2002. Prepared by the Scientific Assessment Panel of the Montreal Protocol on Substances that Deplete the Ozone Layer. UNEP, Nairobi (released 23 August 2002).
- Weatherhead, E.C.; Reinsel, G.C.; Tiao, G.C.; Jackman, C.H.; Bishop, L.; Hollandsworth, S.M.; DeLuisi, F.J.; Keller, T.; Oltmans, S.J.; Nagatani, R.M.; Frederick, J.E. 2000. Detecting the recovery of total column ozone. *Journal of Geophysical Research - Atmospheres*, 105: 22

Ekoremediacije v kmetijstvu

Danijel VRHOVŠEK¹, Ana VOVK KORŽE²

Izvleček

Kmetijstvo je netočkovni vir, veliki živinorejski obrati, ribogojnice ter neprimerno shranjevanje in odlaganje sredstev za varstvo rastlin pa so veliki točkovni viri obremenjevanja okolja. Kot rešitev teh problemov so se pojavili kmetijsko-okoljski programi (SKOP), s katerimi naj bi zmanjšali obremenitve okolja zaradi kmetijstva. Da bi ohranili naravne danosti in specifične značilnosti določenega območja ter uresničili zastavljene cilje v okviru slovenskega kmetijsko okoljskega programa (SKOP), predlagamo uporabo ekoremediacij kot dopolnitev ukrepov SKOP. V prispevku je prikazan projekt možne uporaba ekoremediacij v kmetijstvu.

Ključne besede: ekoremediacije, kmetijstvo, okolje, sonaravni pristop

Ecoremediation in agriculture

Abstract

Agriculture has been identified as one of important sources of environmental burdening, coming from the so-called dispersed sources, such as huge cattle-breeding plants and fish farms. The increasing burdening of the environment is also the result of unsuitable storage and deposition of plant protection products and agriculture is seen as an important focal source of environmental damage. In order to have been issued and their purpose is to reduce the environmental damage which is the result of agriculture. In order to preserve natural sources, which are specific characteristic of certain area and to fulfil aims of Slovene Agri-Environmental Programme (SKOP), ecoremediations should have to be introduced. In article is presented the project of use of ecoremediation in agriculture.

Key words: ecoremediation, agriculture, environment, sustainable development.

1 Uvod

Ekoremediacija (ERM) je pojem, s katerim označujemo uporabo zakonitosti v ekosistemih za obnovo in varovanje kopenskih in vodnih ekosistemov. Zaradi celostnosti pristopa, ki združuje razvoj potrebnih ekosistemskih tehnologij in izobraževanje z obveščanjem, je razmeroma nov kompleksen pristop za varovanje in sanacijo okolja. Z ekoremediacijskimi metodami, ki izhajajo iz ekosistemskih zakonitosti, lahko zmanjšamo in odpravljamo posledice kmetijskega onesnaževanja v okolju. Pri tem se ERM uporabljajo tudi kot sistem za zaščito in obnovo habitatov, zaščito in izboljšanje kakovosti človekovega bivalnega okolja ter za varovanje zdravja ljudi, rastlin in živali.

Ekoremediacije so velikega pomena predvsem za spremljanje in oblikovanje celostnega in trajnostnega razvoja kmetijstva in podeželja.

2 Material in metode dela

Za reševanje problemov v kmetijstvu smo pripravili predlog možnega projekta z naslovom »Uporaba ekoremediacij v kmetijstvu«. Projekt bo predvidoma potekal v treh glavnih fazah. V prvi fazi bo izbrana lokacija, ki se ji bo določilo stopnjo onesnaženosti, degradacije ali naravne obnove vodotoka, osuševalnega jarka, rastlinskega zaščitnega pasu, močvirja, ipd. Ocenilo se bo, kakšna je možnost za izgradnjo ERM, za monitoring in kakšna je perspektivnost uporabe odvodnih sistemov v prihodnosti. Sledila bo izgradnja pilotnih ERM

¹ Prof. dr., Limnos Podjetje za aplikativno ekologijo, Požarnice 31, Ljubljana, e-pošta: dani@limnos.si

² Prof. dr., Inštitut za promocijo varstva okolja, Koroška c. 57, Maribor, e-pošta: avk@ipvo.si

in naravnih ERM ter monitoring in evalvacija učinkov oz. sprememb ERM. Sem sodi spremljanje stanja voda, rastlinskih in živalskih vrst za potrebe izvajanja kmetijsko okoljskih ukrepov (direktna meritev kakovosti vode nad in pod lokacijo posega, meritev pretokov; odvzem vzorcev v značilnih hidroloških situacijah; spremljanje vpliva na kakovost vode v vodnem telesu pod izvedenim posegom; ovrednotenje vnosa hranil pred in po posegu. Druga faza zajema študijo možnosti uporabe ERM na kmetijsko ogroženih območjih v Sloveniji, s pilotnimi objekti in izdelavo priročnikov, navodil in vgrajevanjem v predpise. Medtem ko tretja faza obsega vključevanje ali vodenje mednarodnih projektov, izmenjavo znanja z (mednarodnimi) seminarji in projekti ter izdelavo priročnikov in sodelovanje na mednarodnih srečanjih ter izgradnjo ERM sistemov po prioritetah in možnostih doma in po svetu.

Cilji projekta so: analizirati obstoječi monitoring na področju stanja okolja, habitatov in biotske raznovrstnosti, opredeliti stanje ohranjenosti ogroženih kmetijskih habitatov z visoko biotsko raznovrstnostjo, v praksi prikazati večnamenski učinek ERM v kmetijstvu, izdelati ustrezne prioritete implementacij ERM po določenih kriterijih glede na stanje in perspektivo (ekološko in ekonomsko) in na podlagi pilotnih objektov izdelati ustrezne priročnike in navodila, ki so v skladu z direktivo EU o skupni politiki voda.

3 Ekoremediacije v okolju

V splošnem vse bolj prevladuje prepričanje, da je voda dragocena surovina, ki jo je treba čim dlje zadržati in čim bolj smotrno uporabiti. Zato namesto odvajalnih kanalov in kanaliziranja rečnih strug, upočasnjujejo tokove rek z obnavljanjem nekdanjih naravnih meandrov in rokavov, na osušenih območjih pa poskušajo vsaj deloma obnoviti nekdanja močvirja in druga mokrišča. To je tudi v skladu z direktivami Evropske skupnosti in z mednarodnimi sporazumi o ohranjanju mokrišč in biološke raznovrstnosti. Naravni ekosistemi mokrišč in mirno tekočih rek so tako veliki rezervoarji razmeroma čiste vode, saj v njih potekajo učinkoviti samočistilni procesi. Naravno čiščenje v ekosistemih temelji predvsem na delovanju mikroorganizmov in rastlin, ki lahko preživijo v onesnaženi vodi ali tleh in bodisi absorbirajo, razgradijo ali nevtralizirajo škodljive odpadne snovi. Rastline skupaj z bakterijami in mikroorganizmi encimatsko predelajo ali razgradijo številne organske polutante, med njimi zlasti fosfate in nitrate, pa tudi ostanke sredstev za varstvo rastlin, poliklorirane bifenile, trikloretilene in poliaromatske ogljikovodike.

S pomočjo rastlin lahko iz okolja odstranjujemo tudi težke kovine in celo radionuklide. Pri tem so zlasti pomembne rastlinske vrste, ki s koreninami iz vode ali tal absorbirajo velike količine strupenih snovi in jih akumulirajo v listih in drugih nadzemnih delih. S pravilno izbiro rastlinskih vrst, z njihovim pravilnim gojenjem in rednim odstranjevanjem prirastka biomase lahko tako kontrolirano odstranjujemo polutante in s tem čistimo vodo in tla.

Voda, ki na obdelovalnih površinah pronica skozi talni profil (in v končni fazi v podtalnico ter v površinske vode) nosi s seboj ostanke hranil ter sredstev za varstvo rastlin. To velja zlasti za tista območja, kjer s premalo strokovnega znanja uporabljajo gnojila in sredstva za varstvo rastlin, zaradi padavinskih razmer v našem podnebjju pa pride do vnosa omenjenih snovi tudi pri dobri kmetijski praksi.

Remediacija onesnažene podtalnice je dolgotrajen in nezanesljiv proces, zato je potrebno v čim večji meri preprečiti vstop nezaželenih snovi v podtalnico. Ena od možnosti je tudi ta, da vodo, ki priteče iz talnega profila preko drenažnih cevi, očistimo v osuševalnih jarkih s pomočjo tehnologije »rastlinskih čistilnih naprav«. Na ta način nam površine z (delujočimi) drenažnimi sistemi omogočajo večji nadzor nad vnosom nezaželenih snovi iz kmetijskih površin v vodno okolje kot površine brez drenažnih sistemov.

Danes se kažejo naslednji najpogostejši problemi v kmetijstvu:

- nesmotna uporaba gnojil ter zaščitnih sredstev,
- nepravilna oziroma nestrokovna uporaba večnamenskih akumulacij, gramoznic, glinokopov, ribnikov, bajerjev, suhih zadrževalnikov, mokrišč in drugih z vodo povezanih površin;
- onesnaženje okolja (vodotoki, podtalnica, zemlja, zrak) in s tem povezano porušenje ekološkega ravnotežja;
- nezadostno in neučinkovito čiščenje odpadnih voda (farme, kmetije, manjša naselja, vasi, turistični objekti, kmetijsko predelovalni obrati itd);
- nepravilno vzdrževanje vodotokov, odvodnikov in melioracijskih jarkov in s tem povezano ogrožanje naravnih habitatov in združb ter siromašenje biološke raznovrstnosti
- zaščita in izboljšanje kakovosti človekovega bivalnega okolja.

Ekoremediacijske metode vključujejo zbiranje, zadrževanje, kondicioniranje in čiščenje ter večkratno uporabo vode. Pri tem izkoriščajo samočistilne sposobnosti naravnih ekosistemov ter jih dopolnjujejo s postavitvijo rastlinskih čistilnih naprav, vegetacijskih pasov in drugih sonaravnih metod, s čimer posnemajo naravo in procese v naravnih ekosistemih. Te metode so še zlasti primerne za kondicioniranje ali čiščenje odpadnih voda na redko poseljenih območjih, kjer bi bilo zbiranje in centralno čiščenje neracionalno. Ekoremediacija je lahko izjemno koristna na poljedelskih površinah, saj lahko z izbiro pravih metod zmanjšamo ali celo preprečimo odtekanje hranilnih snovi in zaščitnih sredstev v vodotoke in podtalnico, hkrati pa zagotavljamo vodo za zalivanje.

Ekoremediacijske metode imajo zlasti naslednje prednosti:

- so poceni in okolju prijazne (so naravne v funkcionalnem in estetskem pogledu);
- imajo večnamenske učinke (zadrževanje vode, zmanjšanje onesnaževanja, obnavljanje in ustvarjanje ekosistemov in biološke diverzitete);
- vključujejo preproste, ljudem razumljive in naravovarstveno sprejemljive postopke;
- delujejo kot dodatek obstoječim sistemom za preprečevanje onesnaženja (npr. terciarno čiščenje v farmah prehrabene industrije, itd. zaključek greznic in Emšerovih tankov);
- omogočajo kondicioniranje pitne vode in vode za recikliranje (npr. namakanje);
- preprečujejo izsuševanje;
- ustvarjajo blažilna (puferska) območja (zračne bariere);
- zajemajo med drugim tudi vegetacijske pasove, močvirja pred vtokom v stoječe vode;
- so najboljši način obnavljanja oziroma sonaravnega urejanja degradiranih območij in omogočajo revitalizacijo kanalov ter obnovo naravnih rastlinskih združb v njih;
- so uporabne za čiščenje onesnažene vode in tal;
- sistemsko zadržujejo vodo in bogatijo podtalnico.

4 Predlog uporabe ekoremediacij v kmetijstvu

Na izbranih lokacijah v Pomurju, kjer je možnost izvajanja ekoremediacijskih ukrepov in kjer je možnost s kasnejšim monitoringom dokazovati učinke teh ukrepov, bomo vzpostavili različne ekoremediacijske sisteme, ki bodo služili kot pilotni objekti (projekti že tečejo).

Izvajali bomo monitoring in ocenili učinke oz. spremembe z ERM, spremljali stanje voda, rastlinskih in živalskih vrst za potrebe izvajanja kmetijsko okoljskih ukrepov (direktna meritev kakovosti vode nad in pod lokacijo posega, meritev pretokov; odvzem vzorcev v značilnih hidroloških situacijah; spremljanje vpliva na kakovost vode v vodnem telesu pod

izvedenim posegom; ovrednotenje vnosa hranil pred in po posegu). Vzporedno bomo izvajali tudi monitoring na morebitnih naravnih ERM v okolici.

V kolikor bo lokacija omogočala, bomo vzpostavili monitoring kakovosti vode v osuševalnih jarkih, v katere se steka voda iz namakalnih površin in jo primerjali s primerljivimi kmetijskimi tehnologijami, kjer namakanja ni. Tako bomo lahko ovrednotili tudi vpliv namakanja na kakovost odcedne vode proti podtalnici.

Na podlagi pridobljenih podatkov monitoringa bo izdelana študija možnosti uporabe ERM na kmetijsko ogroženih območjih v Sloveniji. Pripravili bomo priročnike in navodila za dobro kmetijsko prakso.

4.1 PREDLOG IZVEDBE PROJEKTA V PRAKSI

PRIPRAVLJALNA FAZA

- zbiranje vseh podatkov o ERM v kmetijstvu
- možnost vključevanja v mednarodne projekte
- dogovarjanje z ostalimi možnimi sofinancerji
- vključevanje lokalne skupnosti
- izdelava ustreznih brošur

I. FAZA: DEMONSTRACIJA ERM V PRAKSI

Izbior lokacije po ustreznih kriterijih

Naravne ERM:

- stopnja onesnaženosti, degradacij ali naravne obnove vodotoka, melioracijskega jarka, vegetacijske bariere, močvirja itd.

Pilotne ERM:

- stopnja onesnaženosti ali degradacije,
- možnost izgradnje ERM,
- možnost monitoringa,
- možnost realizacije učinka,
- perspektivnost uporabe odvodnih sistemov v bodočnosti.

II. FAZA: MONITORING NARAVNIH ERM IN IZGRADNJA PILOTNIH ERM

Izgradnja pilotnih ERM in naravnih ERM

Monitoring in evalvacija učinkov oz. sprememb naravnih in pilotnih ERM

- direktna meritev kvalitete vode nad in pod lokacijo posega, meritev pretokov,
- odvzem vzorcev v značilnih hidroloških situacijah (nizke, srednje, visoke vode),
- spremljanje vpliva na kvaliteto vode v vodnem telesu pod izvedenim posegom (idealni primer Bukovniško jezero),
- ovrednotenje vnosa nutrientov iz melioracijskih jarkov v jezero pred in po posegu.

III. FAZA: ŠTUDIJA MOŽNOSTI UPORABE ERM NA OGROŽENIH OBMOČJIH V SLOVENIJI IN PRENOS ZNANJA

- s pilotnimi objekti (upoštevanje specifične lokacije in naravnih danosti ter socio-ekonomskih vidikov),
- izdelava priročnikov, navodil in vgrajevanje v predpise,
- vključevanje v mednarodne projekte ali njihovo vodenje,
- transfer (prenos) znanja s sodelovanjem na mednarodnih srečanjih (seminarjih in delavnicah) in organizacija takšnih srečanj,
- izdelava priročnikov in izgradnja ERM sistemov po prioritetah in možnostih doma in po svetu.

5 Ekoremediacije v slovenskem kmetijskem okoljskem programu (SKOP)

SKOP podpira kmetijstvo v njegovi okoljski funkciji in predstavlja akcijski program ob izvedbi programa reforme slovenskega kmetijstva, ki kmetijstvo hkrati prilagaja tudi zahtevam varovanja okolja v EU.

V mnogih primerih se program nanaša na ohranjanje specifičnih vrednot slovenskega podeželja, kot so tradicionalno kmetovanje in s tem povezano ohranjanje kulturne dediščine in tipičnih slovenskih krajin. Posebnega pomena je ohranjanje pestrosti živalskih in rastlinskih vrst, ki jo pogojuje prav raznolikost habitatov na območju Slovenije. V preteklem obdobju so se mnogi biotopi ohranili prav zaradi odmaknjenosti od večjih razvojnih središč ali pa uporabe naravi prijaznih oblik gospodarjenja na kmetijah. Tako je mogoče na podeželju srečati nekatere enkratne vrste živali in rastlin, ki se ohranijo samo v posebnem okolju ekstenzivno obdelanega podeželja (MOP in ARSO, 2002).

Ukrepi SKOP se načrtujejo in izvajajo v skladu s principi trajnosti in sonaravnosti ter upoštevajo usmeritve s področja varovanja okolja. Tako so najpomembnejši cilji za Slovenijo:

- izboljšanje življenjskega standarda na podeželju,
- ohranjanje poseljenosti s kmetovanjem na okolju prijazen način,
- varovanje tradicionalne podeželske krajine,
- ohranjanje rodovitnosti tal z okolju prijazno pridelavo in predelavo,
- varovanje okolja,
- izboljšanje kakovosti virov pitne vode in
- ohranjanje biodiverzitete.

Da bi ohranili naravne danosti, ki so specifična značilnost določenega območja in uresničili zastavljene cilje v okviru SKOP-a, bi morali kot dopolnitev ukrepov SKOP-a vpeljati tudi ekoremediacije. Njihova prednost je, da izkoriščajo samočistilne sposobnosti naravnih ekosistemov ter jih dopolnjujejo s postavitvijo rastlinskih čistilnih naprav, vegetacijskih pasov in drugih sonaravnih metod, s čimer posnemajo naravo in procese v naravnih ekosistemi. Ekoremediacija je lahko izjemno koristna na poljedelskih površinah, saj lahko z izbiro pravih metod zmanjšamo ali celo preprečimo odtekanje hranilnih snovi in zaščitnih sredstev v vodotoke in podtalnico, hkrati pa zagotavljamo vodo za zalivanje (Vrhovšek in sod., 2006).

Možnosti uporabe ERM, kot dopolnitev ukrepov SKOP-a so:

- zmanjševanje onesnaževanja podtalnice z nitrati, fosfati in pesticidi ter organskimi snovmi in amonijevimi spojinami iz živinorejskih farm (količina padavin v posameznih letih in njihova razporeditev),
- zmanjševanje onesnaževanja podtalnice z nitrati, fosfati in pesticidi na območjih s poljedelsko in vrtnarsko proizvodnjo (količina padavin v posameznih letih in njihova razporeditev),
- zmanjševanje onesnaževanja zraka (negativni vpliv onesnaženega ozračja na vegetacijo se lahko odraža v akumulaciji toksičnih snovi v rastlinah in njihovih plodovih ter poškodbah vegetacije),
- zmanjševanje posledic vetrne erozije (te so postale izrazitejše, zaradi odstranjevanja živih mej,
- zmanjševanje zemeljskih plazov,
- zmanjševanje akumulacije pesticidov v tleh (čeprav se le-ta večinoma razgradijo v manj kot enem letu / nekatera sredstva so zelo obstojna in težko razgradljiva),
- zmanjševanje zaslanjevanja tal (ki lahko pride zaradi namakanja tal z neustrezno vodo, vendar menijo, da v naših klimatskih razmerah se zaslanjevanje tal ne more razviti v akutni obliki),

- ohranjanje že naravnega okolja (ocenjuje se, da je okrog 60% okolja naravnega ali pol naravnega),
- povečanje krajinske raznovrstnosti (intenzifikacija kmetijske proizvodnje je vplivala na izginjanje mokrotnih in suhih rastišč),
- zadržujejo vodo in bogatijo podtalnico,
- delujejo kot dodatek obstoječim sistemom za preprečevanje onesnaževanja (npr. terciarno čiščenje v farmah),
- preprečujejo izsuševanje.

6 Sklepi

Obstoječih okoljskih problemov v zvezi z onesnaževanjem vode in prsti ne bomo rešili zgolj z zakonskimi zahtevami in prepovedmi tehnične narave. To se je pokazalo do sedaj. Zato potrebujemo nov inovativen in celostni pristop, ki vključuje tudi izobraževanje, vzgojo in obveščanje, kar ima za posledico spremembo odnosa do narave in naravnih virov. Izhodišče razumevanja delovanja narave so ekosistemi in njihovi procesi, ki jih koristimo za prenos v že degradirana okolja ali v območja, kjer je treba okolje varovati.

Z ERM lahko odlično dopolnujemo katerikoli ukrep SKOP. Saj obnova razvrednotenih ekosistemov z ekoremediacijami pomeni poleg stabilnejših naravnih sistemov tudi boljše stanje naravnih elementov v bivalnem okolju, kar izboljšuje življenje človeka in drugih živih bitij. Inovativnost ekoremediacij je v celostnem pristopu, ki združuje tako naravne kot družbene komponente okolja.

7 Literatura

Ekoremediacije v celostnem upravljanju z vodami. Limnos, 2005.

Hrustel Majcen, M. 2006. Akcijski načrt razvoja ekološkega kmetijstva v Sloveniji do leta 2015.

Ljubljana, Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 7 - 8

<http://ebi.calpoly.edu/about/ecoremediation.pdf>

Katalinič, D., Vovk Korže, A., Vrhovšek, D., Katalinič, E. 2006. Ponovno zaživimo s potokom Mokoš.

Inštitut za promocijo varstva okolja. Maribor: 1-56

Plut, D. 1998. Kaj je sonaravno usklajeno. Narava in okolje. Ljubljana, Svet za varstvo okolja Republike Slovenije, zbirka: 80

Povprečne koncentracije nitratov v podzemnih vodah v letu 2003, 2004. Ljubljana, Poročilo o stanju okolja. Agencija Republike Slovenije za okolje.

Pregled stanja biotske raznovrstnosti in krajinske pestrosti v Sloveniji, 2002. Ljubljana. Ministrstvo za okolje in prostor in Agencija RS za okolje: 1-224

Resolucija o Nacionalnem programu varstva okolja 2005 – 2012 (ReNPVO). Uradni list RS, številka 2/06

Slovenski kmetijsko okoljski program, 2002. Ljubljana. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano: 1-42

Vrhovšek, D., Vovk Korže, A. 2006. Možnosti varovanja prsti in podtalnice z ekoremediacijami na kmetijskih območjih. Rakičan, Raziskovalno izobraževalno središče: 1-9

Vovk Korže, A., Vrhovšek, D. 2006. Učinkovito varovanje okolja z ekoremediacijami. Inštitut za promocijo varstva okolja, Maribor: 1-60

Sušni stres v kmetijskih rastlinah

Helena ŠIRCELJ¹

Izvleček

Nenatančne ocene sušnega stresa v kmetijskih rastlinah, ki so posledica ocenjevanja jakosti suše v rastlinah samo z meteorološkimi in hidrološkimi pristopi, lahko povečajo stroške pridelave v poljedelstvu. Z ekofiziološkega stališča poznavanje okoljskih dejavnikov ne zadošča za oceno stresa v rastlinah, temveč so lahko le rastline same zanesljivi kazalci pojavljanja in jakosti stresa. V prispevku so predstavljeni potencialni kazalci sušnega stresa v kmetijskih rastlinah s poudarkom na pomembnih poljščinah. Zanesljivi fiziološki in biokemični kazalci različnih jakosti sušnega stresa v poljščinah lahko pomagajo poljedelcem izboljšati načrtovanje namakanja in gospodarnost kmetovanja.

Ključne besede: kmetijske rastline, fiziologija sušnega stresa, biokemija sušnega stresa

Drought stress in crop plants

Abstract

Incorrect estimation of drought stress in crop plants resulting from using only meteorological and hydrological data can increase costs in crop plant production. Ecophysiological approach is required in order to characterize actual drought stress level in the plant. Potential indicators of drought stress in crop plants are presented in the paper. Reliable physiological and biochemical indicators of different drought stress intensities in crop plants could help agriculturists to improve irrigation scheduling and consequently to economize crop plants production.

Key words: crop plants, drought stress physiology, drought stress biochemistry

1 Uvod

Za kmetijske rastline je voda eden najpomembnejših okoljskih dejavnikov. Ocenjujejo, da so kar na 26% svetovne obdelovalne zemlje kmetijske rastline izpostavljene suši, ki omejuje rast in produktivnost rastlin bolj kot katerikoli drugi stresni dejavnik (Mehdi Naqvi, 1999). Prehodno pomankanje vode je za rastline običajen pojav in večina rastlin je razvila ustrezne mehanizme za to, da takšna obdobja lahko premagajo brez večjih težav. Večji problem za rastline predstavlja dolgotrajnejša suša.

V zadnjih letih slovensko kmetijstvo pogosto prizadene hude suše. Nič bolje ne kaže za prihodnost, saj različni meteorološki scenariji napovedujejo nepredvidljivost vremena z veliko pogostnostjo danes ekstremnih dogodkov (suša, vročina) (Kajfež-Bogataj, 1991). Aktualnost raziskav sušnega stresa pri rastlinah je zato vse večja.

Jakost sušnega stresa v rastlinah pri načrtovanju namakanja v kmetijstvu pogosto ocenjujejo kar preko ocenjevanja razpoložljivosti vode za rastline v nekem okolju. Kot merilo za razpoložljivost vode največkrat uporabljajo količino padavin na leto ali sezono (ne upošteva vpliva tal na dostopnost vode), vsebnost vode v tleh (ne upošteva razporeditve korenin in hidravlične prevodnosti tal), koeficiente, ki temeljijo na razlikah med padavinami in evapotranspiracijo ter vodni potencial rastlin ali delov rastlin merjen pred zoro, ki je najbolj neposredno merilo za razpoložljivost vode za rastline (Nilsen in Orcutt, 1996). S stališča ekofiziologije, poznavanje okoljskih dejavnikov ne zadošča za zaključevanje o jakosti sušnega stresa pri rastlinah, temveč so lahko le rastline same zanesljivi kazalci jakosti stresa (Larcher, 1995). Za natančnejše ocenjevanje sušnega stresa pri rastlinah, ki so izpostavljene zunanjim

¹ Dr. Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Katedra za aplikativno botaniko, ekologijo in fiziologijo rastlin, Jamnikarjeva 101, SI-1000 Ljubljana, e-pošta: helena.sircelj@bf.uni-lj.si

vremenskim razmeram, je potrebna simultana uporaba fizioloških, meteoroloških, hidroloških in pedoloških pristopov. Z upoštevanjem vseh naštetih pristopov lahko bolj gospodarno načrtujemo namakanje (Jones, 2004).

2 Sušni stres v rastlini

Sušni stres se v rastlinah ne pojavi nenadoma, temveč se razvije postopno. Posledice suše se v rastlinah postopno akumulirajo in se lahko ohranjajo daljši čas, zato ponavadi težko določimo začetek in konec suše. Prve vidne posledice sušnega stresa lahko opazimo šele, ko turgor upade do tolikšne mere, da rastlina začne veneti ali pa, ko se pojavijo druge vidne posledice, kot je npr. zvijanje listov. Primanjkljaj vode spremeni metabolizem rastline, distribucijo asimilatov in mobilnost hranil že veliko prej kot se pojavijo vidne posledice (Larcher, 1995). Časovni potek odziva rastline na sušo na tej stopnji lahko spremljamo le z meritvami fizioloških in biokemičnih parametrov.

Vidne posledice suše se na rastlinah pojavijo, ko je že prepozno, da bi kmetje lahko učinkovito ukrepali in s tem preprečili zmanjšanje količine in kakovosti pridelka. Za zgodnje ugotavljanje sušnega stresa v kmetijskih rastlinah bi bile primerne metode, ki bi temeljile na sledenju sprememb ustreznih fizioloških in biokemičnih parametrov v rastlinah. Sledenje pojavljanja in napredovanja suše v kmetijskih rastlinah, bi prav gotovo pripomoglo tudi k optimizaciji in večji gospodarnosti namakanja.

3 Kazalci sušnega stresa v kmetijskih rastlinah

V dosedanjih raziskavah suše v kmetijskih rastlinah so se za potencialno dobre kazalce sušnega stresa izkazali naslednji parametri: kazalci vodne bilance rastline, stomatalna prevodnost in fotosinteza ter nekateri biokemični parametri. Te raziskave so pokazale tudi, da so fiziološki in biokemijski odzivi kmetijskih rastlin na pomanjkanje vode lahko zelo različni. Odzivi so odvisni od vrste in sorte kmetijske rastline, predhodne izpostavljenosti sušnemu stresu, jakosti stresa, sezone in od drugih okoljskih dejavnikov. Najbolj zanesljivo bi ocenili jakost stresa v kmetijskih rastlinah, če bi simultano spremljali več fizioloških in biokemičnih kazalcev sušnega stresa.

3.1 KAZALCI VODNE BILANCE RASTLINE

Razliko med v rastlino sprejeto vodo in transpiracijo imenujemo vodna bilanca rastline. Kadar je transpiracija večja od sprejema vode v rastlino je vodna bilanca rastline negativna (Kramer in Boyer, 1995; Larcher, 1995). Vodno bilanco rastline prikazujeta dva parametra: vsebnost vode in energetskega statusa vode. Vsebnost vode se običajno izraža kot relativna vsebnost vode (RWC - relative water content), energetskega statusa vode pa se običajno izraža kot vodni potencial (Turner, 1981). Oba parametra se najpogosteje uporabljata kot primarna kazalca sušnega stresa v kmetijskih rastlinah. Zaradi relativno enostavnega postopka RWC in vodni potencial najpogosteje merijo v listih. Za zelo dobro merilo vodnega statusa rastline navajajo vodni potencial listov merjen pred zoro. Takrat je vodni potencial rastline ponavadi enak vodnemu potencialu tal v rizosferi (Nilsen in Orcutt, 1996). Nekateri avtorji navajajo več dokazov za to, da je opoldanski vodni potencial listov ponavadi manj ustrezno merilo vodnega stanja rastline, saj je odvisen od stomatalne prevodnosti in trenutnih oz. kratkoročnih vremenskih razmer (Davies in Zhang, 1991).

Pri določanju jakosti sušnega stresa v rastlinah s pomočjo meritev vodnega potenciala se najpogosteje sklicujejo na klasifikacijo po Hsiao-u (1973). Hsiao je bil prvi, ki je jakost sušnega stresa v rastlinah opredelil z velikostjo razlike v vodnem potencialu med rastlino izpostavljeno pomanjkanju vode in dobro zalivano rastlino. Rastlina je v blagem sušnem

stresu, če je ta razlika do največ 0,5 MPa, v zmernem sušnem stresu, če je ta razlika med 0,5 in 1,5 MPa in močnem sušnem stresu, če je ta razlika več kot 1,5 MPa.

3.2 STOMATALNA PREVODNOST IN FOTOSINTEZA

Zapiranje rež oz. zmanjšanje stomatalne prevodnosti pogosto uporabljajo kot kazalec odziva rastline na sušo (Hsiao, 1973). Reže se lahko ob pomanjkanju vode zaprejo bodisi zaradi signala, to je abscizinske kisline, ki ga v list pošiljajo korenine, ki so običajno najprej izpostavljene pomanjkanju vode (Davies in Zhang, 1991), bodisi zaradi nizkega turgorskega tlaka v celicah zapiralkah stomatalnega aparata (Nilsen in Orcutt, 1996; Larcher, 1995). Reže se lahko zaprejo tudi kot posledica nizke relativne zračne vlage (Thomas in Eamus, 1999).

Kazalec sušnega stresa je lahko tudi zmanjševanje fotosintezne aktivnosti. Pomanjkanje vode v vaskularnih rastlinah vpliva na fotosintezo najprej preko zapiranja listnih rež in šele pri močnejši suši tudi preko neposrednega vpliva na stomatalni aparat (Nilsen in Orcutt, 1996).

Zapiranje rež zaradi suše povzroči zmanjšanje medcelične koncentracije CO_2 (Ci) in posledično zmanjšanje fotosinteze. To imenujemo stomatalna inhibicija fotosinteze. Če pride v razmerah suše do zmanjšanja fotosinteze zaradi fotoinhibicije, zmanjšane aktivnosti in/ali vsebnosti encimov in sprememb metabolizma govorimo o nestomatalni inhibiciji fotosinteze. Kazalec nestomatalne inhibicije fotosinteze je povečanje Ci, kljub zapiranju rež (Larcher, 1995).

3.3 BIOKEMIČNI PARAMETRI

Pomanjkanje vode vpliva na številne biokemične procese v rastlini, kar vodi do sprememb vsebnosti različnih metabolitov (Hsiao, 1973). Za kazalce sušnega stresa v kmetijskih rastlinah bi tako teoretično lahko uporabili veliko število biokemičnih parametrov. Med najpogostejše merjene biokemične kazalce sušnega stresa v rastlinah uvrščamo stresne hormone (abscizinska kislina, etilen, jasmonati), osmotsko aktivne substance (proste aminokisline, poliol), antioksidante (glutation, askorbinska kislina, tokoferol), proteine (predvsem encime), nekatere rastlinske sekundarne metabolite (polifenoli, antociani) ter nekatere produkte peroksidacije lipidov (predvsem malondialdehida).

Poleg analiz naštetih metabolitov se v raziskavah sušnega stresa pogosto proučuje tudi aktivnosti encimov. Aktivnost nekaterih encimov se z naraščajočim sušnim stresom zmanjša, drugih pa poveča. Primer encimov, ki so z naraščajočo sušo manj aktivni, so nitrat reduktaza, fenilalanin amonij liaza (PAL), rubisco (ribuloza-1,5-bifosfat karboksilaza/oksigenaza), fosfoenolpiruvat dekarboksilaza in fruktoza-1,6-bifosfataza. Encimi, ki so z naraščajočo sušo bolj aktivni, pa so npr. encimski antioksidanti, kot so superoksid dizmutaza, glutation peroksidaza in druge peroksidaze, askorbat reduktaza, glutation reduktaza in katalaza (Badiani in sod., 1990; Zhang in Kirkham, 1996) in encimi, ki so pomembni za osmoregulacijo, kot so prolin karboksilat reduktaza, proteaze, α -amilaza idr. (Dubey, 1999).

4 Raziskave na kazalcih sušnega stresa v poljščinah

V poljedelstvu je največ raziskav odziva poljščin na pomanjkanje vode narejenih na nivoju količine in kakovosti pridelka ter na področju iskanja na sušo tolerantnih sort in kazalcev tolerance na sušo. Relativno malo raziskav pa je bilo narejenih na področju iskanja neposrednih kazalcev trenutne ravni sušnega stresa v poljščinah. Glede na to, da nam meteorologi za prihodnost napovedujejo še več sušnih obdobij, so raziskave potencialnih kazalcev trenutne ravni sušnega stresa v poljščinah aktualne celo bolj kot iskanje na sušo tolerantnih sort. Zanesljivi fiziološki in biokemični kazalci, ki bi bili hitro, enostavno in

poceni merljivi, bi kmetovalcu pomagali pri optimalnem načrtovanju namakanja in s tem pri gospodarnem kmetovanju (Jones, 2004).

Do sedaj je bilo na poljščinah narejenih največ raziskav kazalcev sušnega stresa na nivoju fizioloških parametrov, kot so vodni potencial rastlin, fotosinteza in stomatalna prevodnost (npr. Bergonci in sod., 2000, Hasan, 2006, O'Neil in sod., 2006). Biokemični kazalci suše pa so bili raziskovani v manjšem obsegu, predvsem na pšenici (Pregl. 1) in koruzi (npr. Bai in sod., 2006; Sanchez-Urdaneta, 2005; Jiang in Zhang, 2002; 2002a), v manjši meri pa tudi na volčjem bobu (Pinheiro, 2004), soji (Kocsy, 2005; van Heerden in Kruger, 2002), ječmenu (Noctor in sod., 2002), ovsu (Chandra in sod., 1998), sončnici, sirku (Zhang in Kirkham, 1996) in krompirju (Fidalgo, 2004). V okviru teh raziskav so največkrat preučevali antioksidante (glutation, tokoferol, askorbinsko kislino, encimske antioksidante), osmotik prolin, fotosintezne pigmente, ogljikove hidrate, poliamine, malondialdehid in hormona etilen in abscizinsko kislino.

Preglednica 1: Glavne raziskave biokemičnih kazalcev sušnega stresa v pšenici

Biokemični parametri	Avtorji
Prolin, maščobne kisline	El Kaoua in sod., 2006
Prolin, topni ogljikovi hidrati, malondialdehid	Shao in sod., 2006
Pigmenti, malondialdehid, encimski antioksidanti	Ekmekci in Terzioglu, 2005
Encimi metabolizma ogljikovih hidratov	Yang in sod., 2004, 2004a
Malondialdehid, saharoza, encimski antioksidanti, H ₂ O ₂	Farrant in sod., 2004
Superoxid dimutaza	Eyidogan, 2003
Antioksidanti	Noctor in sod., 2002
Pigmenti	Tambussi in sod., 2002
Etilen	Chen in sod., 2002
Prolin, diamin, poliamini	Fumis in Pedras, 2002
Antioksidanti	Lascano in sod., 2001
Antioksidanti	Sairam in Srivastava, 2001
Malondialdehid, encimski antioksidanti	Sairam in sod., 2001
Ogljikovi hidrati	Reddy, 2000
Abscizinska kislina, prolin, pigmenti	Chandrasekar in sod., 2000
Osmotiki	Szegletes in sod., 2000
Antioksidanti, pigmenti	Loggini in sod., 1999
Antioksidanti	Bartoli in sod., 1999
Antioksidanti, malondialdehid	Sairam in sod., 1998
Antioksidanti	Paolacci in sod., 1997
Etilen, encimski antioksidanti	Beltrano in sod., 1997
Glutation	Zagdanska in Wisniewski, 1996
Antioksidanti	Badiani in sod., 1996
Encimski antioksidanti	Zhang in Kirkham, 1994
Ogljikovi hidrati	Kameli in Losel, 1993

5 Sklepi

S stališča ekofiziologije poznavanje okoljskih dejavnikov ne zadošča za zaključevanje o jakosti sušnega stresa pri rastlinah, temveč so lahko le rastline same zanesljivi kazalci jakosti stresa. V dosedanjih raziskavah suše v kmetijskih rastlinah so se za dobre kazalce sušnega stresa izkazali naslednji parametri: kazalci vodne bilance rastline, stomatalna prevodnost in

fotosinteza ter nekateri biokemični parametri. Zanesljivi fiziološki in biokemični kazalci, ki bi bili hitro, enostavno in poceni merljivi, bi kmetovalcu pomagali pri optimalnem načrtovanju namakanja in s tem pri gospodarnem kmetovanju. V kmetijsko bolj razvitih državah za optimizacijo namakanja že uporabljajo fiziološke parametre, kot so vodni potencial, fotosinteza in stomatalna prevodnost, saj so meritve le-teh hitre, enostavne in poceni, vendar pa so fiziološki parametri včasih manj zanesljivi kot biokemični. Zaradi relativno majhnega števila raziskav na področju potencialnih biokemičnih kazalcev v kmetijskih rastlinah, poceni in enostavnih metod za ugotavljanje sušnega stresa na biokemičnem nivoju v kmetijski praksi, na žalost še ni.

6 Literatura

- Badiani M., Paolacci A.R., Miglietta F., Kimball B.A., Pinter P.J., Garcia R.L., Hunsaker D.J., LaMorte R.L., Wall G.W. et al. 1996. Seasonal variations of antioxidants in wheat (*Triticum aestivum*) leaves grown under field conditions. *Aus. J. Plant. Physiol.*, 23: 687-698
- Badiani M., De Biasi M.G., Colognola F., Artemi F. 1990. Catalase, peroxidase and superoxide dismutase activities in seedlings submitted to increasing water deficit. *Agrochimica*, XXXIV, 1-2: 90-102.
- Bai, L.P., Sui, F.G., Ge, T.D., Sun, Z.H., Lu, Y.Y., Zhou, G.S. 2006 Effect of soil drought stress on leaf water status, membrane permeability and enzymatic antioxidant system of maize. *Pedosphere*, 16: 326-332
- Bartoli, C.G., Simontacchi, M., Tambussi, E., Beltrano, J., Montaldi E., Puntarulo, S. 1999. Drought and watering-dependent oxidative stress: effect on antioxidant content in *Triticum aestivum* L. leaves. *J. Exp. Bot.*, 50: 375-383
- Beltrano, J., Montaldi, E., Bartoli, C., Carbone, A. 1997. Emission of water stress ethylene in wheat (*Triticum aestivum* L) ears: Effects of rewatering. *Plant Growth Reg.*, 21: 121-126
- Bergonci J.I., Bergamaschi H., Berlato M., Santos A. 2000. Leaf water potential as an indicator of water deficit in maize. *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 35: 1531-1540
- Chandra, A., Bhatt, R.K., Misra, L.P. 1998. Effect of water stress on biochemical and physiological characteristics of oat genotypes *J. Agr. Crop Sci.*, 181: 45-48
- Chandrasekar, V., Sairam, R.K., Srivastava, G.C. 2000. Physiological and biochemical responses of hexaploid and tetraploid wheat to drought stress. *J. Agr. Crop. Sci.*, 185: 219-227
- Chen, K.M., Gong, H.J., Chen, G.C., Zhang, C.L.. 2002. ACC and MACC biosynthesis and ethylene production in water-stressed spring wheat. *Acta Bot. Sin.*, 44: 775-781
- Davies W.J., Zhang J. 1991. Root signals and the regulation of growth and development of plants in drying soil. *Annu. Rev. Plant Physiol. Plant Mol. Biol.*, 42: 55-76
- Dubey R.S. 1999. Protein synthesis by plants under stressful conditions. V: *Handbook of plant and crop stress*. 2nd ed. Pessarakli M. (ed.). New York, Basel, Marcel Dekker, Inc.: 365-397
- Ekmekci, Y., Terzioğlu, S. 2005. Effects of oxidative stress induced by paraquat on wild and cultivated wheats. *Pest. Biochem. Physiol.*, 83: 69-81
- El Kaoua M., Serraj R., Benichou M., Hsissou D. 2006. Comparative sensitivity of two Moroccan wheat varieties to water stress: the relationship between fatty acids and proline accumulation. *Bot. Stud.*, 47: 51-60
- Eyidogan, F., Oktem, H.A., Yucel, M. 2003. Superoxide dismutase activity of hexaploid and tetraploid wheat cultivars subjected to heat and chilling stress. *Cer. Res. Comm.*, 31: 387-394
- Farrant, J.M., Bailly, C., Leymarie, J., Hamman, B., Come, D., Corbineau, F. 2004. Wheat seedlings as a model to understand desiccation tolerance and sensitivity. *Physiol. Plant.*, 120: 563-574
- Fidalgo, F., Santos, A., Santos, I., Salema R. 2004. Effects of long-term salt stress on antioxidant defence systems, leaf water relations and chloroplast ultrastructure of potato plants. *Ann. App. Biol.*, 145: 185-192
- Fumis, T.D., Pedras, J.F. 2002. Proline, diamine and polyamines accumulation in wheat cultivars submitted to water deficits *Pesquisa agropecuaria brasileira*, 37: 449-453

- Hassan, I.A. 2006. Effects of water stress and high temperature on gas exchange and chlorophyll fluorescence in *Triticum aestivum* L. *Photosynthetica*, 44: 312-315
- Hsiao C.T. 1973. Plant responses to water stress. *Annu. Rev. Plant. Physiol Plant Mol. Biol.*, 24: 519-570.
- Jones H.G. 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *J. Exp. Bot.* 55: 2427-2436
- Jiang, M.Y., Zhang, J.H. 2002. Water stress-induced abscisic acid accumulation triggers the increased generation of reactive oxygen species and up-regulates the activities of antioxidant enzymes in maize leaves. *J. Exp. Bot.*, 53: 2401-2410
- Jiang, M.Y., Zhang, J.H. 2002a. Role of abscisic acid in water stress-induced antioxidant defense in leaves of maize seedlings. *Free Rad. Res.*, 36: 1001-1015
- Jones H.G. 2004. Irrigation scheduling: advantages and pitfalls of plant-based methods. *J. Exp. Bot.*, 55: 2427-2436
- Kajfež-Bogataj, L. 1991. Klimatske spremembe in kmetijstvo. *Sodobno kmetijstvo*, 9: 356-360
- Kameli, A., Losel, D.M. 1993. Carbohydrates and water status in wheat plants under water-stress. *New Phytol.*, 125: 609-614
- Kocsy, G., Laurie, R., Szalai, G., Szilagy, V., Simon-Sarkadi, L., Galiba, G., de Ronde, J.A. 2005. Genetic manipulation of proline levels affects antioxidants in soybean subjected to simultaneous drought and heat stresses. *Physiol. Plant.*, 124: 227-235
- Larcher W. 1995. *Physiological plant ecology. Ecophysiology and stress physiology of functional groups*. 3rd edition. Berlin, Springer-Verlag: 506 str.
- Lascano, H.R., Antonicelli, G.E., Luna, C.M., Melchiorre, M.N., Gomez, L.D., Racca, R.W., Trippi, V.S., Casano, L.M. 2001. Antioxidant system response of different wheat cultivars under drought: field and in vitro studies *Aus. J. Plant. Phys.*, 28: 1095-1102
- Loggini B., Scartazza A., Brugnoli E., Navari-Izzo F. 1999. Antioxidative defense system, pigment composition, and photosynthetic efficiency in two wheat cultivars subjected to drought. *Plant Physiol.*, 119: 1091-1099
- Mehdi Naqvi S.S. 1999. Plant hormones and stress phenomena. V: *Handbook of plant and crop stress*. 2nd ed. Pessarakli M. (ed.). New York, Basel, Marcel Dekker, Inc.: 709-730.
- Nilsen E.T., Orcutt D.M. 1996. *The physiology of plants under stress. Abiotic factors*. New York, John Wiley & Sons, Inc.: 279-361
- Noctor, G., Veljovic-Jovanovic, S., Driscoll, S., Novitskaya, L., Foyer, C.H. 2002. Drought and oxidative load in the leaves of C-3 plants: a predominant role for photorespiration? *Ann. Bot.*, 89: 841-850
- O'Neill, P.M., Shanahan, J.E., Schepers, J.S. 2006. Use of chlorophyll fluorescence assessments to differentiate corn hybrid response to variable water conditions. *Crop. Sci.*, 46: 681-687
- Paolacci, A.R., Badiani, M., Dannibale, A., Fusari, A., Matteucci, G. 1997. Antioxidants and photosynthesis in the leaves of *Triticum durum* Desf seedlings acclimated to non-stressing high temperature. *J. Plant. Physiol.*, 150: 381-387
- Pinheiro C., Passarinho J.A., Ricardo C.P. 2004. Effect of drought and rewatering on the metabolism of *Lupinus albus* organs. *J. Plant Physiol.*, 161: 1203-1210
- Reddy, A.R. 2000. Photosynthesis and fructose 2,6-bisphosphate content in water stressed wheat leaves. *Cer. Res. Comm.*, 28: 131-137
- Sairam, R.K., Chandrasekhar, V., Srivastava, G.C. 2001. Comparison of hexaploid and tetraploid wheat cultivars in their responses to water stress. *Biol. Plant.*, 44: 89-94
- Sairam, R.K., Deshmukh, P.S., Saxena, D.C. 1998. Role of antioxidant systems in wheat genotype tolerance to water stress. *Biol. Plant.*, 41: 387-394
- Sairam, R.K., Srivastava, G.C. 2001. Water stress tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.): Variations in hydrogen peroxide accumulation and antioxidant activity in tolerant and susceptible genotypes. *J. Agr. Crop. Sci.*, 186: 63-70
- Sanchez-Urdaneta, A.B., Pena-Valdivia, C.B., Trejo, C., Aguirre, J.R., Cardenas, E. 2005. Root growth and proline content in drought sensitive and tolerant maize (*Zea mays* L.) seedlings under different water potentials. *Cer. Res. Comm.*, 33: 697-704

- Shao, H.B., Liang, Z.S., Shao, M.A. 2006. *Osmotic regulation of 10 wheat (Triticum aestivum L.) genotypes at soil water deficits*. Coll. Surf. b-biointerf., 47: 132-139
- Thomas D.S., Eamus D. 1999. The influence of predawn leaf water potential on stomatal responses to atmospheric water content at constant C_i and on stem hydraulic conductance and foliar ABA concentrations, J. Exp. Bot., 50: 24-251
- Szegletes, Z., Erdei, L., Tari, I., Cseuz, L. 2000. Accumulation of osmoprotectants in wheat cultivars of different drought tolerance Cer. Res. Comm., 28: 403-410
- Tambussi, E.A., Casadesus, J., Munne-Bosch, S.M., Araus, J.L. 2002 Photoprotection in water-stressed plants of durum wheat (*Triticum turgidum* var. *durum*): changes in chlorophyll fluorescence, spectral signature and photosynthetic pigments. Funct. Plant. Biol., 29: 35-44
- Turner N.C. 1981. Techniques and experimental approaches for the measurement of plant water status. Plant and Soil, 58: 339-366
- Van Heerden, P.D.R., Kruger, G.H.J. 2002. Separately and simultaneously induced dark chilling and drought stress effects on photosynthesis, proline accumulation and antioxidant metabolism in soybean. J. Plant Physiol. 159: 1077-1086
- Yang, J.C., Zhang, J.H., Wang, Z.Q., Zhu, Q.S., Liu, L.J. 2004. Activities of fructan- and sucrose-metabolizing enzymes in wheat stems subjected to water stress during grain filling Planta, 220: 331-343
- Yang, J.C., Zhang, J.H., Wang, Z.Q., Xu, G.W., Zhu, Q.S. 2004. Activities of key enzymes in sucrose-to-starch conversion in wheat grains subjected to water deficit during grain filling Plant Physiol., 135: 1621-1629
- Zagdanska B, Wisniewski K 1996. Changes in thiol/disulfide redox potential in wheat leaves upon water deficit. J. Plant Physiol., 149: 462-465
- Zhang, J.X., Kirkham, M.B. 1994. Drought-stress-induced changes in activities of superoxide-dismutase, catalase, and peroxidase in wheat species. Plant Cell Physiol., 35: 785-791
- Zhang J, Kirkham M.B. 1996. Antioxidant responses to drought in sunflower and sorghum seedlings. New Phytol., 132: 361-373

Ksantohumul v slovenskem hmelju

Dušica MAJER¹, Majda VIRANT²

Izvleček

V zadnjih letih se vse bolj odkriva in hkrati poudarja zdravilni učinek piva, predvsem zaradi specifičnih sestavin hmeljnih storžkov. Sedanje farmakološke študije kažejo na pozitivne lastnosti heterocikličnih polifenolov, od katerih je najbolj znan flavonoid ksantohumul. Za ksantohumul je v številnih znanstvenih raziskavah dokazan poseben farmakološki učinek. V raziskavi smo ugotavljali dinamiko vsebnosti ksantohumola v hmeljnih storžkih nekaterih slovenskih sort. Ugotavljali smo tudi vpliv sušnega stresa na vsebnost ksantohumola pri različnih slovenskih in tujih sortah ter pri novih slovenskih križancih. Vsebnost ksantohumola je pomembno nihala med posameznimi leti in tudi med sortami hmelja, v razmerah sušnega stresa pa se je močno povečala.

Glavne besede: hmelj, polifenoli, ksantohumul

Xanthohumul in Slovene hops

Abstract

In last years it is emphasised more and more the therapeutic effect of beer above all because of specific components in hop cones. Current pharmacological studies show positive aspects of the heterocyclic polyphenols, from which is the most known flavonoid xanthohumul. The remarkable pharmacological effect of xanthohumul can be deduced from a multitude of scientific investigations. In the investigation the dynamic of xanthohumul content in hop cones by different slovene cultivars was found out. The influence of drought stress on the xanthohumul content by different slovene and foreign cultivars and by new slovene crossbreds was also found out. The content of xanthohumul swung a lot during individual years and varieties, it increased strongly in circumstances of drought stress.

Key words: hops, polyphenols, xanthohumul,

1 Uvod

Hmelj dodajamo pivu v majhnih količinah predvsem zaradi okusa, arome in obstojnosti. V zadnjih letih pa se vse bolj odkriva in hkrati poudarja tudi zdravilni učinek piva, predvsem zaradi specifičnih sestavin hmeljnih storžkov (Biendl, 2002). Sedanje farmakološke študije kažejo na pozitivne lastnosti heterocikličnih polifenolov, od katerih je najbolj znan flavonoid ksantohumul, saj ima tudi odločilno vlogo pri zdravilnem učinku hmelja. Vse več je znanstvenih dokazov o koristnih vplivih te specifične snovi na zdravje ljudi. Ima antioksidativne lastnosti, zavira arteriosklerozo in nastanek osteoporoze, ugotovili pa so tudi, da je učinkovit tudi pri preprečevanju Alzheimerjeve bolezni in nekaterih vrst raka pri ljudeh (Back, 2004/2005; Bartsch, 2002/2003; Kammhuber in sod., 1998). *In vitro* testi so pokazali antikancerogeno delovanje pri količini 0,35 do 3,5 mg ksantohumola v testni raztopini, kar ustreza 30 mg/osebo na dan oziroma 30 l piva/dan (Forster s sod., 2000).

Tako kot alfa kisline in eterična olja, najdemo tudi ksantohumul le v lupulinskih žlezah hmeljnih storžkov, v ostalih delih hmeljne rastline ga praktično ni. Biogeneza ksantohumola je vzporedna biogenezi alfa kislin, zato je vsebnost ksantohumola večja pri sortah z večjo vsebnostjo alfa kislin (visokogrenčične sorte). Koncentracija ksantohumola v suhih hmeljnih

¹ Dr., univ. dipl. inž. agr., Kmetijsko gozdarska zbornica Slovenije, Celovška 135, 1000 Ljubljana, e-pošta: dusica.majer@kgzs.si

² Inž. kem. teh., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, C. Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: majda.virant@guest.arnes.si

storžkih je do 1% (Forster s sod., 2003/2004; Forster s sod., 2002; Virant, 2004, 2005). Glede vsebnosti obstajajo pomembne razlike med hmeljnimi sortami, vendar je bolj kot sama vsebnost ksantohumola, pomembno razmerje med ksantohumolom in alfa kislinami. Največjo absolutno vsebnost ksantohumola ima nemška sorta Taurus (Biendl, 2002; Kammhuber s sod., 1998). Zanimivo je, da se vsebnost ksantohumola pri isti sorti, ki raste na različnih pridelovalnih področjih lahko precej razlikuje. Tako je na primer vsebnost ksantohumola pri sortah Perle in Nugget statistično značilno večja pri pridelavi v Nemčiji kot pri pridelavi v ZDA.

Količine ksantohumola so različne v posameznih proizvodnih stopnjah piva in so povezane z začetnim doziranjem alfa kislin. V mladem pivu je količina ksantohumola in izoksanthumola približno 1,5 mg/l, po filtraciji se zmanjša na 0,80 mg/l, v končnem običajnem pivu najdemo ksantohumol le še v sledovih (Forster s sod., 2002). Maksimalne do sedaj ugotovljene količine ksantohumola v pivu so 0,15 mg/l. Znano je, da je v pivu zelo težko zadržati začetno količino ksantohumola, saj se le-ta v procesu kuhanja piva v glavnem pretvarja v izo-ksantohumol, ki ga najdemo v pivu v količinah od 1 do 2,7 mg/l. (Biendl, 2003/2004; Forster s sod., 2003/2004). Zato so pomembne raziskave, kako obogatiti pivo s ksantohumolom (Forster s sod., 2002). Pridobivanje sintetičnega ksantohumola v laboratoriju je zelo zahteven proces, lažje je pripraviti ekstrakte iz peletov (Kammhuber s sod., 1998). Danes sta znani dve metodi za ekstrakcijo ksantohumola iz hmelja: CO₂-ekstrakcija in etanol-ekstrakcija (Bartsch s sod., 2002/2003; Biendl, 2003/2004). S kombinacijo obeh metod znamo danes narediti s ksantohumolom obogatene hmeljne produkte (Biendl s sod., 2000). S ksantohumolom obogateno pivo lahko dobimo z dodajanjem ekstraktov (XAN tehnologija). Tako na primer dozacija 80 mg ksantohumola/l pomeni 1 mg ksantohumola/l v končnem pivu (Forster s sod., 2003/2004).

V letu 2004 se je na nemškem trgu že pojavilo nealkoholno XAN Wellness pivo s kar 50-kratno povišano vsebnostjo ksantohumola v primerjavi z običajnim pivom (Back, 2004/2005). Nadaljnje raziskave gredo v smeri uporabnosti s ksantohumolom obogatenih produktov v farmacevtske namene in kot dodatke hrani (Forster s sod., 2002).

S sistematičnim spremljanjem vsebnosti ksantohumola smo v letu 1998 začeli tudi v Sloveniji. Najprej nas je zanimala dinamika vsebnosti ksantohumola v nekaterih slovenskih sortah hmelja z različno vsebnostjo alfa kislin, v nadaljevanju pa smo ugotavljali tudi vsebnosti ksantohumola v rastlinah, ki smo jih izpostavili sušnemu stresu. Iz predhodnih raziskav (Majer, 1997) je namreč znano, da se lahko vsebnost alfa kislin pod vplivom sušnega stresa precej spremeni. V raziskave smo vključili tudi nekatere tuje sorte, ki rastejo v naših razmerah in perspektivne nove križance, ki so v sortnem preizkušanju.

2 Material in metode dela

Dinamiko vsebnosti ksantohumola smo spremljali v obdobju 1998 do 2003 pri naslednjih slovenskih sortah: Savinjski golding, Aurora in Bobek. V obdobju 2001 do 2003 smo spremljali dinamiko tudi pri sorti Celeia, v letih 2000 in 2001 pa tudi pri sorti Buket.

V letu 2005 smo raziskovali tudi vpliv sušnega stresa na vsebnost ksantohumola. V raziskavo smo vključili slovenske sorte: Aurora, Celeia, Cicero, dve nemški sorti: Merkur in Taurus, eno južnoafriško sorto: Southern Star, avtohtoni hmelj AH JUG2 in dva nova križanca: 279/112, 279/122.

Vse sorte in avtohtoni hmelj AH JUG2 se nahajajo v kolekcijskem nasadu Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, križanec 279/122 na parceli SN-6, križanec 279/112 pa je v uradnem sortnem poskusu na parceli SN-11 Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo

Slovenije. Sorte za raziskavo o vplivu sušnega stresa smo odbrali na osnovi rezultatov predhodnih raziskav vpliva stresnih razmer na rastline (Majer, 2004).

Rastline za proučevanje vpliva sušnega stresa smo posadili na poskusno polje in jih prepustili naravnim vremenskim razmeram. Obdelovali smo jih v skladu s standardno tehnologijo. Hkrati smo sadike rastlin posadili tudi v lonce, ki smo jih postavili v rastlinjak in pri njih v obdobju najintenzivnejše rasti simulirali sušni stres, tako da smo tla najprej nasitili do poljske kapacitete, nato pa jih izsušili do točke venenja.

V rastlinjaku so oblikovale storžke le rastline Aurore, Southern Stara in Taurusa. Pri teh rastlinah smo storžke nabrali po enomesečnem sušnem stresu. Na polju smo storžke nabrali pri vseh rastlinah v obdobju tehnološke zrelosti po metodi vzorčenja za parametre tehnološke zrelosti. Sušili smo jih v pilotni sušilnici do 11% vlage. Suhe storžke smo stisnili v kocke in jih en mesec skladiščili pri sobni temperaturi.

V vzorcih smo v laboratoriju Inštituta za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije določili vsebnost eteričnih olj s plinsko kromatografijo (Analytica EBC, 1987) in alfa kislin po konduktometrični metodi (Analytica EBC, 1987), čisti ksantohumul pa so določili v nemškem laboratoriju Betriebslabor HHV Mainburg po metodi EBC 7.8 (Analytica EBC, 1987).

3 Rezultati z diskusijo

3.1 DINAMIKA VSEBNOSTI KSANTOHUMOLA

Na osnovi večletnih proučevanj smo ugotovili, da je tako vsebnost alfa kislin kot tudi ksantohumola pomembno nihala med posameznimi leti in tudi med sortami (preglednica 1 in 2). Največja nihanja vsebnosti alfa kislin in ksantohumola ugotavljamo pri sorti Bobek. V storžkih Bobka smo ugotovili od 2,5% alfa kislin v suhi snovi v letu 2003 do 6,2% v letih 2000 in 2001. V storžkih Bobka ugotavljamo precejšnjo dinamiko tudi glede vsebnosti ksantohumola, saj so se le-te gibale od 0,3% v letu 1998 do 0,7% v letu 2000.

Preglednica 1: Dinamika vsebnosti alfa kislin (% v suhi snovi) za nekatere slovenske sorte v letih 1998-2003

Sorta	Leto						Povprečna vsebnost (%)
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Sav. golding	3,4	4,2	3,9	4,8	3,1	2,6	3,7
Aurora	7,3	7,8	6,4	7,5	8,1	6,4	7,3
Bobek	5,9	6,3	6,2	6,2	5,8	2,5	5,5
Buket	-	-	7,3	5,6	-	-	6,5
Celeia	-	-	-	4,3	3,9	1,9	3,4

Preglednica 2: Dinamika vsebnosti ksantohumola (% v suhi snovi) za nekatere slovenske sorte v letih 1998-2003

Sorta	Leto						Povprečna vsebnost (%)
	1998	1999	2000	2001	2002	2003	
Sav. golding	0,23	0,34	0,29	0,44	0,25	0,30	0,31
Aurora	0,35	0,65	0,61	0,58	0,58	0,44	0,54
Bobek	0,30	0,53	0,70	0,56	0,62	0,42	0,52
Buket	-	-	0,72	0,34	-	-	0,53
Celeia	-	-	-	0,16	0,24	0,20	0,20

Največjo povprečno vsebnost alfa kislin je imela sorta Aurora (7,3%), najnižjo pa Celeia (3,4%). Storžki Aurore so vsebovali tudi največ ksantohumola (0,54%), storžki Celeie pa najmanj (0,2%).

Iz rezultatov je poleg precejšnje dinamike vsebnosti obeh dejavnikov, razvidna tudi povezanost med vsebnostjo alfa kislin in ksantohumola, saj so sorte z večjo vsebnostjo alfa kislin vsebovale tudi več ksantohumola.

3.2 VPLIV SUŠNEGA STRESA NA VSEBNOST KSANTOHUMOLA

Največjo vsebnost eteričnega olja ugotavljamo pri novem križancu 279/122 (3,2 ml/100 g), razmeroma veliko vsebnost pa tudi pri sorti Merkur (3,0 ml/100 g) in križancu 279/112 (2,8 ml/100g). Daleč najmanjši sta vsebnosti eteričnega olja pri sorti Southern Star (0,4 ml/100g) in avtohtonem hmelju AH JUG2 (0,1 ml/100g). Iz rezultatov ni razvidna povezava med vsebnostjo eteričnega olja in ksantohumola v hmeljnih storžkih (preglednica 3).

Glede vsebnosti alfa kislin odstopa v smislu večje vsebnosti nemška sorta Taurus, pri kateri smo v obdobju tehnološke zrelosti ugotovili 12,7% alfa kislin v suhih storžkih. Sledijo mu križanec 279/122 z 9,9% alfa kislin v suhi snovi ter križanec 279/112 in Merkur z 8,9% alfa kislin v suhi snovi. Najnižja je vsebnost alfa kislin pri avtohtonem hmelju AH JUG2, katerega storžki so vsebovali le 0,4% alfa kislin v suhi snovi (preglednica 3).

Glede na absolutno koncentracijo ksantohumola v lupulinu in razmerje proti alfa kislinam so precejšnje razlike med hmeljnimi sortami. Največ ksantohumola smo ugotovili v storžkih sorte Taurus (0,7% v suhi snovi) ter pri križancu 279/122 (0,6% v suhi snovi). Najmanj ksantohumola vsebujejo storžki avtohtonega hmelja AH JUG2 (0,1 % v suhi snovi), pri katerem pa ugotavljamo najvišje razmerje med ksantohumolom in alfa kislinami (0,250). Iz rezultatov je jasno razvidna povezava med vsebnostjo alfa kislin in ksantohumola v storžkih, saj vsebujejo sorte z več alfa kislinami tudi več ksantohumola (preglednica 3).

V razmerah sušnega stresa so storžke naredile le rastline sort Aurora, Southern Star in Merkur, zato je le pri teh sortah sušni stres vplival na vsebnost alfa kislin in ksantohumola. Rezultati analiz pri teh sortah so razvidni iz preglednice 4.

Veliko vsebnost alfa kislin je bila pri sorti Southern Star (17,1% v suhi snovi), suhi storžki Merkurja so vsebovali 13,2% alfa kislin, storžki Aurore pa 8,7%. Pri vseh treh sortah je vsebnost alfa kislin precej večja v stresnih razmerah v primerjavi z rastlinami na polju. Pri Aurori in Southern Star je bila v stresnih razmerah tudi večja vsebnost eteričnih olj.

Tudi glede vsebnosti ksantohumola v suhih hmeljnih storžkih ugotavljamo večje vsebnosti pri rastlinah v stresnih razmerah v primerjavi z rastlinami na polju. Daleč največ ksantohumola smo ugotovili pri sorti Southern Star, kjer so storžki vsebovali kar 1,4% ksantohumola, razmerje med ksantohumolom in alfa kislinami pa je 0,082. V storžkih Merkurja je bila vsebnost ksantohumola 0,7%, pri Aurori pa 0,5% (preglednica 4).

Tudi pri rastlinah v stresnih razmerah obstaja povezavo med vsebnostjo alfa kislin in ksantohumola v storžkih. Bistvena ugotovitev pa je, da se je vsebnost ksantohumola v razmerah simuliranega sušnega stresa močno povečala glede na vrednosti, ki so bile pri rastlinah na polju. V stresnih razmerah so bile dosežene vrednosti, ki jih po dosedanjih podatkih v normalnih rasti razmerah ne dosega nobena sorta, saj so maksimalne ugotovljene vsebnosti do 1% (Biendl, 2002; Forster s sod., 2003/2004; Forster s sod., 2002; Kammhuber s sod., 1998). Zlasti velik potencial kaže pri tem južnoafriška sorta Southern Star, kjer se je vsebnost ksantohumola povečala kar za 3,5-krat. Ta sorta se je v predhodnih raziskavah izkazala tudi kot izredno odporna na sušne razmere (Majer, 2004).

Takšni rezultati kažejo precejšnjo možnost vpliva pridelovalnih razmer na vsebnost alfa kislin in ksantohumola. To pomeni, da lahko ista sorta v različnih pridelovalnih razmerah doseže

različne vsebnosti alfa kislin in ksantohumola. Sorte, ki imajo ustrezno genetsko zmogljivost, bodo v razmerah sušnega stresa dosegle precej večje vsebnosti omenjenih snovi.

Preglednica 3: Vsebnost alfa kislin, eteričnega olja in ksantohumola v storžkih rastlin na polju

Sorta	Eterično olje (ml/100g)	Alfa kisline (% v SS)	Ksantohumol (% v SS)	Razmerje (ksantohumol:alfa kisline)
Aurora	2,2	8,1	0,4	0,049
Celeia	1,9	3,7	0,3	0,081
Taurus	1,5	12,7	0,7	0,055
Southern Star	0,4	4,4	0,4	0,091
AH JUG2	0,1	0,4	0,1	0,250
Merkur	3,0	8,9	0,4	0,045
Cicero	1,1	3,3	0,3	0,091
279/112	2,8	8,9	0,5	0,056
279/122	3,2	9,9	0,6	0,061

Preglednica 4: Vsebnost alfa kislin, eteričnega olja in ksantohumola v storžkih rastlin v razmerah simuliranega sušnega stresa

Sorta	Eterično olje (ml/100g)	Alfa kisline (% v SS)	Ksantohumol (% v SS)	Razmerje (ksantohumol:alfa kisline)
Aurora	3,0	8,7	0,5	0,057
Celeia	*	*	*	*
Taurus	*	*	*	*
Southern Star	0,8	17,1	1,4	0,082
AH JUG2	*	*	*	*
Merkur	*	13,2	0,7	0,053
Cicero	*	*	*	*
279/112	*	*	*	*
279/122	*	*	*	*

* premalo vzorca za določitev parametra

4 Sklepi

Na osnovi večletnih rezultatov spremljanja dinamike vsebnosti ksantohumola v hmeljnih storžkih in enoletnih rezultatov raziskave o vplivu sušnega stresa na vsebnost ksantohumola, lahko povzamemo naslednja dejstva:

- vsebnosti alfa kislin kot tudi ksantohumola precej nihata med posameznimi leti in tudi med sortami,
- največje nihanje vsebnosti alfa kislin in ksantohumola je bilo ugotovljeno pri sorti Bobek,
- največ ksantohumola so vsebovali storžki Taurusa (0,7%), križanca 279/122 (0,6%) in Aurore (0,54%), najmanj pa storžki avtohtonega hmelja AH JUG2 (0,1%) in Celeie (0,2%),
- iz rezultatov ni razvidna povezava med vsebnostjo eteričnega olja in ksantohumola v hmeljnih storžkih,
- sorte z večjo vsebnostjo alfa kislin so vsebovale tudi več ksantohumola,
- v razmerah sušnega stresa so večje vsebnosti eteričnih olj, alfa kislin in ksantohumola,

- v razmerah sušnega stresa so bile dosežene vrednosti, ki jih po dosedanjih podatkih v normalnih rastnih razmerah ne dosega nobena sorta, največja vsebnost ksantohumola je bila sorta Southern Star (1,4%).

Rezultati kažejo na precejšnjo možnost vpliva pridelovalnih razmer na vsebnost alfa kislin in ksantohumola. Ista sorta lahko v različnih pridelovalnih razmerah doseže različne vsebnosti alfa kislin in ksantohumola. Sorte, ki imajo ustrezno genetsko zmogljivost, dosegajo v razmerah sušnega stresa precej večje vsebnosti omenjenih substanc.

5 Literatura

- Analytica EBC. 1987. European Brewery Convention, E 107: 133-114
- Back, W. 2004/2005. Hops: the raw material from the aspect of nutritionally valuable components. Hopfenrundschaue international: 52-53
- Bartsch, H., Frank, N., Gamal-Eldeen, A. 2002/2003. Isolierung von Xanthohumol, einem prenylierten Chalcon aus Hopfen mit Krebs-chemopräventiver Wirkung. Hopfenrundschaue international: 44-49
- Biendl, M. 2003/2004. Method for isolating xanthohumol in hops. Hopfenrundschaue international: 60-64
- Biendl, M. 2002. The contents of xanthohumol and 8-prenylnaringenin in hop cones and hop products. Hop Bulletin 9: 27-34
- Biendl, M., Mitter, W., Peters, U., Methner, F.J. 2000. Einsatz eines xanthohumolreichen Hopfenproduktes bei der Bierherstellung. Brauwelt 46/47: 2006-2011
- Forster, A., Ketterer M., Gahr, A. 2003/2004. A new xanthohumol-enriched hop-extract and its use for unfiltered beers. Hopfenrundschaue international: 65-71
- Forster, A., Gahr, A., Ketterer, M., Beck, B., Massinger, S. 2002. Xanthohumol in Bier-Möglichkeiten und Grenzen einer Anreicherung. Monatsschrift für Brauwissenschaft, 9/10: 184-194
- Forster, A., Köberlein, A. 1998. Der Verbleib von Xanthohumol aus Hopfen während der Bierbereitung. Brauwelt 37: 1677-1679
- Forster, A., Köberlein, A. 2000. What happens to xanthohumol from hops during beer preparation. Brauwelt 1 : 35-37
- Kammhuber, K., Zeidler, C., Seigner, E., Engelhard, B. 1998. Stand der Erkenntnisse zum Hopfeninhaltsstoff Xanthohumol. Brauwelt 36: 1633-1636
- Majer, D. 1997. Vodni stres pri hmelju (*Humulus lupulus* L.) cv. Savinjski golding. Doktorska disertacija, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana 1997
- Majer, D. 2004. Adaptacijska strategija hmeljnih rastlin v obrambi pred sušnim stresom in žlahtnjenje hmelja na odpornost na hmeljevo uš. Zaključno poročilo o rezultatih raziskovalnega projekta. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo, Žalec, 24. 08. 2004
- Virant, M. 2004. Proučevanje vsebnosti ksantohumola v hmelju in pivu. Poročilo o delu v letu 2003, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec: 40-41
- Virant, M. 2005. Proučevanje vsebnosti ksantohumola v hmelju in pivu. Poročilo o delu v letu 2004, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Žalec: 17-18

Uporaba stranskih produktov lesne- in živilsko-predelovalne industrije za gojenje gob

Andrej GREGORI¹, Bojan PAHOR², Franc POHLEVEN³, Marin BEROVIČ⁴, Aleksandra PIVEC⁵, Klavdija RIŽNAR⁶, Roman GLASER⁷

Izvleček

Ostanki v lesnopredelovalni in živilski industriji so veliko breme za okolje, obenem pa predstavljajo odličen substrat za gojenje gob. To so žagovina ter drugi ostanki pri predelavi lesa, razne sekundarne surovine oljarske industrije (tropine, odpadna belilna zemlja in filtracijski dodatek), perutninski gnoj ter nekatere druge, kot so odpadna semena industrijske konoplje. V prispevku so predstavljeni laboratorijski rezultati preraščanja podgobja nekaterih vrst gojenih gob na različnih mešanicah substratov. Primernost substratov smo določali z intenzivnostjo preraščanja podgobja gliv *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Grifola frondosa*, *Ganoderma lucidum* in *Flammulina velutipes* v steklenih cevkah napolnjenih s substratom, sestavljenim iz žaganja, sekundarnega produkta in apnenca. Uporabili smo sledeče sekundarne surovine: oljčne, bučne, sezamove, sojine, sončnične in repične tropine, odpadna semena industrijske konoplje ter zmleto zrelo koruzno rastlino pripravljeno za siliranje. Izmerili smo preraščeno dolžino substrata ter vizualno določili gostoto podgobja na posameznih substratih. Podgobje *G. lucidum*, *F. velutipes*, *L. edodes* ter *P. ostreatus* je najhitreje preraščalo mešanico odpadnih semen industrijske konoplje in žaganja, *G. frondosa* pa mešanico oljčnih tropin in žaganja. Kot neprimerna za gojenje se je pokazala mešanica bučnih tropin in žaganja, saj podgobje nobene od proučevanih gliv ni preraščalo tega substrata.

Ključne besede: ostanki lesne in živilsko-predelovalne industrije, gojenje gob, *Grifola frondosa*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Agaricus blazei*

Use of byproducts from wood and food processing industry for mushroom cultivation

Abstract

First results of three year investigation on mushroom cultivation using solid substrates based on various byproducts from Slovenian wood and food processing industry, namely oil industry, are presented. Byproducts of oil industry are used (oil press cakes, spent bleaching earth, filtering additive) as well as poultry droppings, leftover hemp seeds etc. At the moment research is focused on secondary products of oil industry. Mycelium growth rate of *Lentinula edodes*, *Pleurotus ostreatus*, *Grifola frondosa*, *Ganoderma lucidum* and *Flammulina velutipes* in race tubes filled with substrate mixture composed of sawdust, various byproducts and lime was examined. Used byproducts from oil industry were press cakes of olive, pumpkin, sesame, soy, sunflower and rape oil. Also used were leftover hemp (*Cannabis sativa*) seeds and whole grinded corn plant before ensiled. Mycelium density and the rate of mycelium growth were measured and the suitability of substrate for mycelium colonization determined. No mycelium growth appeared on the substrate containing pumpkin oil press cakes. In contrary leftover hemp seeds were found as the most suitable substrate for mycelium growth.

¹ Univ. dipl. inž. agr., Znanstvenoraziskovalno središče Bistra Ptuj, Slovenski trg 6, 2250 Ptuj, e-pošta: andrejg@bistra.si

² Dr., prav tam

³ Prof. dr., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana

⁴ Prof. dr., FKKT, Katedra za kemijsko, biokemijsko in ekološko inženirstvo, Aškerčeva 5, 1000 Ljubljana

⁵ Dr., Znanstvenoraziskovalno središče Bistra Ptuj, Slovenski trg 6, 2250 Ptuj

⁶ Univ. dipl. inž. kem. tehn., prav tam

⁷ Dr., dr. vet. med., Perutnina PP, Potrčeva 10, 2250 Ptuj

Key words: byproducts of wood and food processing industry, mushroom cultivation, *Grifola frondosa*, *Pleurotus ostreatus*, *Lentinula edodes*, *Flammulina velutipes*, *Ganoderma lucidum*, *Agaricus blazei*

1 Uvod

Intenzivna lesna ter živilsko-predelovalna industrija proizvaja velike količine ostankov, ki niso škodljivi, zaradi velikih količin pa predstavljajo breme za okolje. Glive, kot eni glavnih razkrojevalcev organske snovi v naravi, s svojimi zmožnostmi razkroja predstavljajo velik potencial za reševanje okoljevarstvenih problemov, ki nastajajo na deponijah, zaradi kopičenja teh produktov. Sekundarne surovine lesne in živilske predelovalne industrije so potencialno uporabne kot substrati za gojenje gob.

Oluščene koruzne storže uporabljajo kot sestavino substrata za gojenje različnih vrst ostrigarjev, japonskih nazobčank ali šitak (Beetz in Kustudia, 2004), zimskih panjevk (Royse, 1996). Ostrigarje gojijo na substratu s koruzno moko kot dodatkom (Choi, 2003). Koruzno moko uporabljajo tudi za gojenje velike zraščanke (*Grifola frondosa*), zdravilne gobe, katere uporaba je izredno razširjena na

vzhodu, še posebno na Japonskem in Kitajskem (Kirchhoff, 2004). Glede na zgoraj navedene podatke iz literature sklepamo, da obstaja možnost za gojenje bukovih ostrigarjev, japonskih nazobčank ter velike zraščanke na zmleti koruzni rastlini, katero uporabljajo za silažo.

Za gojenje brazilskih kukmakov (*Agaricus blazei*) so po patentu iz ZDA (Makoto in Kenji, 2002) uspešno uporabljali substrat, ki je vseboval vsaj 30% zrnja prosa, kitajskega prosa, riževe rastline in pšenice. Semena prosa so uporabljali tudi v poizkusih gojenja *L. edodes* (Royse, 2004) in *G. frondosa* (Shen in Royse, 2003).



Slika 1: Plodišča *G. frondosa* na substratu s primesmi pšeničnih otrobov in odpadnih semen industrijske konoplje

Po angleškem patentu GB 2265153 (Hiromoto, 1993), enakemu kitajskemu patentu CN1090966 (Hiromoto, 1994), je mogoče glavnim sestavinam substrata za gojenje gob dodati različne dodatke. Sojine tropine preskrbujejo glivo z minerali, proteini in vitamini, sončnična semena in sončnične tropine nudijo vitamine, minerale, proteine, nenasičene in nasičene

maščobne kisline ter pospešujejo rast podgobja, koruzni gluten nudi vitamine, minerale in selen.

Tudi stranske produkte proizvodnje oljčnega olja se lahko uporabi kot sestavine substratov za gojenje gob. Na tropinah namočenih z odpadno vodo iz proizvodnje oljčnega olja v različnih koncentracijah so gojili bukovega (*P. ostreatus*) ter poletnega (*P. pulmonarius*) ostrigarja (Zervakis in sod., 1996) ter ugotovili, da so poletni ostrigarji obrodili hitreje v primerjavi s kraljevimi ostrigarji (*P. eryngii*), katerih obrod je bil obilnejši in kvalitetnejši.

Gojenje *L. edodes* na oljčnih tropinah je bilo prav tako patentirano (Wasser in Bilay, 2006). Patent opisuje nov sev Ile-1 *L. edodes*, katerega rast na substratu s primesmi odpadkov proizvodnje oljčnega olja je hitra ter močna. Komercialno gojenje *G. lucidum* po svetu poteka predvsem na substratih, ki temeljijo na žagovini ali koruznih storžih z dodatki pšeničnih otrobov, riževih otrobov, koruznega drobljenca ter drugih. V literaturi ni nam znanih podatkov o uporabi semena industrijske konoplje kot sestavine substratov za gojenje gob.

Osnovni namen raziskav je uporaba sekundarnih surovin kmetijsko-predelovalne industrije za gojenje gob. Najpomembneje je uporabiti sekundarne surovine, ki zaradi svojega vpliva predstavljajo breme za okolje in proizvajalca (piščančji gnoj, odpadki oljarske industrije, pivovarske tropine in drugi). Pri raziskavah gre za optimizacijo ter določitev primernosti posameznih substratov, sestavljenih iz sekundarnih surovin za gojenje različnih vrst tržno zanimivih gob. Po določitvi optimalnih substratov za posamezno vrsto gobe v laboratorijskem merilu bodo izvedeni pilotni poizkusi, kjer bo med drugim podrobneje preučena tudi ekonomika samega gojenja.

V prispevku smo se osredotočili na določitev primernosti različnih sekundarnih produktov kmetijsko predelovalne (predvsem oljarske) industrije za gojenje petih vrst gob: *G. frondosa*, *P. ostreatus*, *L. edodes*, *F. velutipes* and *G. lucidum*. Uporabljene surovine imajo nizko vrednost ali pa le-te nimajo, oljčne tropine predstavljajo tudi okoljski problem, saj jih večji del odlagajo na deponije, manjši del pa posušijo in uporabijo za kurjavo. Tropine buč, sezama, soje, sončnic ter oljne repice uporabljajo kot krmo za domače živali. Zaradi visoke vsebnosti nenasičenih maščobnih kislin ter velikega deleža nerazvitih in poškodovanih semen so odpadna semena industrijske konoplje neprimerna za proizvodnjo olja, primerna pa so za živalsko krmo.

Gojenje gob na teh substratih predstavlja realen način za pretvorbo le-teh v jedilne ter zdravilne gobe. Obenem ta gojenje gob predstavlja možnost razgradnje substratov do mere, kjer niso škodljivi za okolje ali pa se dalje lahko uporabijo za živalsko krmo.

2 Material in metode dela

Osnovni substrat je bila bukova žagovina, ki smo ji primešali 49% sekundarnega produkta lesne- in živilsko-predelovalne industrije. Uporabljene so bile oljčne (OT), bučne (BT), sezamove (SET), sojine (SOJT), sončnične (SONT) in tropine oljne repice (RT), odpadna semena industrijske konoplje (OKS) ter zmleta zrela koruzna rastlina (ZKR) pripravljena za siliranje. BT, SET, SOJT, SONT in RT so bile dobljene iz tovarne olja Gea, Slovenska Bistrica, OT iz proizvodnje oljčnega olja na Kozini, OKS od Zavoda za informacijsko dejavnost in alternativno kulturo, Celje. ZKR je bila zmleta s silažnim kombajnom ter posušena na zračnem, senčnem mestu. Vsi uporabljeni materiali so bili do uporabe skladiščeni v papirnatih vrečah v suhem ter hladnem prostoru. Poizkusi so bili izvedeni v mikološkem laboratoriju Zavoda za naravoslovje, Ljubljana.

Vse sestavine substratov, razen ZKR, OKS ter žaganja, so bile zmlate ter presejane skozi sito z luknjami premera 4 mm. S 24 urnim sušenjem pri 103 °C je bila določena vsebnost vode v njih. Testni substrati so bili sestavljeni iz 49% testnega materiala, 49% bukovega žaganja ter

2% CaCO_3 . Substrat z ZKR je bil sestavljen iz 98% ZKR in 2% CaCO_3 . Voda je bila dodana vsem testnim substratom do 60% vsebnosti. S testnimi substrati so bile napolnjene steklene cevke premera 25 mm in dolžine 175 mm. V cevko so bili pritisnjeni s čepom, obteženim s 400 g, tesno prilegajočim se notranjosti cevke. S tem smo dosegli enako gostoto in zračnost le-teh. Z vsakim substratom so bile napolnjene 3 cevke ter na obeh koncih pokrite s polipropilenskimi pokrovčki. Sterilizirane so bile 3 ure pri 121 °C ter po sterilizaciji ohlajene v brezprašnem prostoru.

Kulture gliv so bile dobljene iz zbirke kultur gliv Oddelka za lesarstvo, Katedre za zaščito lesa Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani. Rasle so pri 24 °C na krompirjevem hranilnem agarju (PDA) proizvajalca Difco v petrijevkah.

Za inokulacijo vsakega testnega substrata v stekleni cevki je bil uporabljen okrogel izseček hranilnega gojišča premera 9 mm preraščen s podgobjem. Pokrovčki so bili zalepljeni z Mikropor lepilnim trakom zaradi enotne izmenjave zraka. Kulture so bile inkubirane v temi pri 20 °C. Po 14, 20, 22, 25, 27, 30 in 35 dneh od dneva inokulacije je bila zmerjena dolžina s podgobjem preraščenega substrata na najhitreje in najpočasneje rastočem delu. Dolžina s podgobjem preraščenega substrata je bila prvič zmerjena, ko je podgobje preraslo čez rob zamaška na stekleni cevki (približno 40 mm). Izračunana je bila povprečna dolžina preraščenega substrata. Vizualno je bila določena gostota podgobja rastočega na posameznih substratih. Gostota je bila umeščena po kriteriju v razponu od 1-najšibkeje do 10-najmočnejše rastoče.



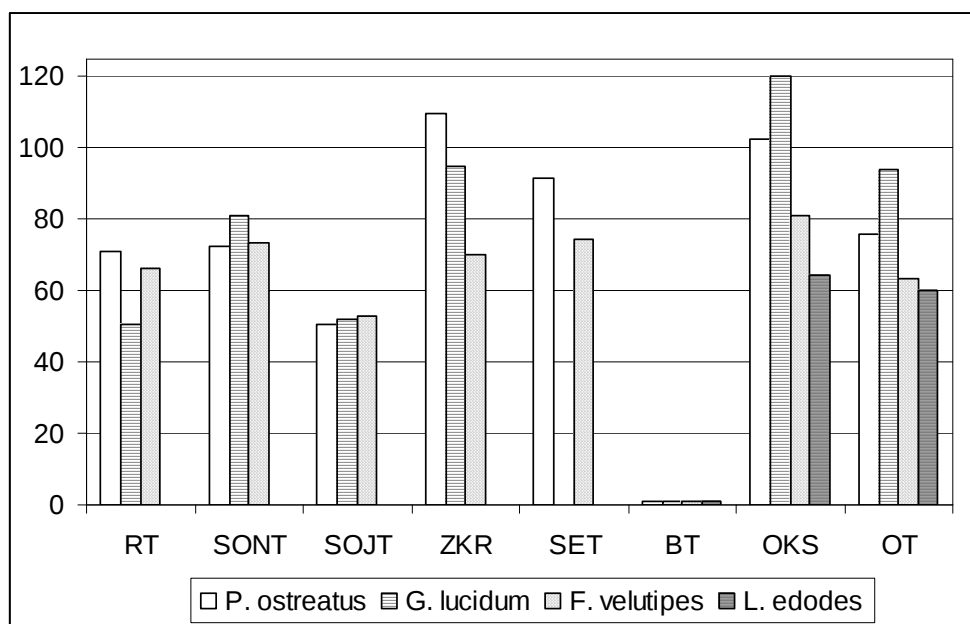
Slika 2: Podgobje *P. ostreatus* prerašča testne substrate

3 Rezultati in diskusija

Podgobje svetlikave pološčenke (*G. lucidum*) je najhitreje raslo na substratu z OKS, OT in ZKR, srednja hitrost rasti se je pojavila na substratu s SONT. V primerjavi z drugimi testnimi substrati je bila hitrost rasti najpočasnejša na substratu s SOJT in RT medtem, ko je bila rast popolnoma zavirana na substratu, ki je vseboval BT in SET. Podgobje je najhitreje preraščalo substrat z OKS in ZKR. Pod pokrovčkom, ki je pokrival stekleno cevko z ZKR so se med inkubacijo pojavili zametki trosnjakov (sliki 3 in 4).



Slika 3: Snovanje primordijev *G. lucidum* na zmleti koruzni rastlini



Slika 4: Intenzivnost preraščanja podgobja bukovega ostrigarja, svetlikave položčenke, zimske panjevke ter šitake na različnih mešanicih substratov po 25 dneh (RT = repične, SONT = sončnične, SOJT = sojine, SET = sezamove, OT = oljčne, BT = bučne tropine, OKS = odpadna semena industrijske konoplje, ZKR = zmleta koruzna rastlina)

Micelij bukovega ostrigarja (*P. ostreatus*) je najhitreje preraščal substrate, ki so vsebovali OKS, ZKR ter SET. Srednje hitro je micelij rasel na substratu z OT, RT in SONT, najpočasneje pa na SOJT. Substrat z BT ni podpiral rasti podgobja *P. ostreatus* (slika 4). Rast

podgobja je bila najgostejša na OKS ter ZKR, najšibkejša pa na substratu, ki je vseboval OT (preglednica 1).

Za zimsko panjevko (*F. velutipes*) se je kot najbolj ustrezen pokazal substrat, kjer smo žagovini primešali OKS ali SONT, saj ju je podgobje *F. velutipes* je najhitreje preraščalo medtem, ko so substrati s SET, ZKR, RT in OT omogočili srednje hitro rast podgobja. Najpočasnejša rast podgobja se je pojavila na substratu s SOJT. Substrat z BT ni podpiral rasti podgobja *F. velutipes* (slika 4). Najmočnejša rast micelija se je pojavila na substratu z OKS in ZKR medtem, ko je bila rast najšibkejša na substratu z OT (preglednica 1).

Podgobje japonske nazobčanke – šitake (*L. edodes*) je raslo le na substratu z OKS in OT medtem, ko ni preraščalo substratov z ZKR, SONT, SET, RT, SOJT, BT. Najhitrejšo rast smo določili na substratu z OT (slika 4). Micelij na OKS je bil gostejši v primerjavi z OT (preglednica 1).

Najhitreje je podgobje velike zraščenske (*G. frondosa*) preraščalo substrat z OT, raslo pa je tudi na substratu z OKS. Rezultati na sliki 4. niso navedeni, saj je bilo v primerjavi z ostalimi vrstami gliv preraščanje prepočasno. Na ostalih substratih je bila rast podgobja popolnoma zavarta. Gostota micelija je bila gostejša na substratu z OKS v primerjavi s substratom, ki je vseboval OT (preglednica 1).

Preglednica 1: Vizualno določena gostota rasti podgobja na različnih substratih v steklenih cevkah (1 = najšibkeje, 10 = najmočnejše rastoče, 0 = brez opazne rasti)

	OT	SET	SOJT	RT	BT	SONT	OKS	ZKR
<i>L. edodes</i>	7	0	0	0	0	0	10	0
<i>P. ostreatus</i>	1	5	5	7	0	7	10	10
<i>G. frondosa</i>	1	0	0	0	0	0	10	0
<i>F. velutipes</i>	5	7	7	7	0	7	10	10
<i>G. lucidum</i>	3	0	4	3	0	6	10	10

Glede na rezultate je izmed vseh preizkušenih substratov za potencialno gojenje gob najprimernejši substrat z OKS. Rast podgobja ter njegova gostota sta bili na tem substratu pri vseh preizkušenih vrstah gliv najintenzivnejši. V primerjavi s substratom z OKS sta bili rast in gostota podgobja intenzivni tudi na substratu z ZKR. Vendar pa substrat z ZKR zaradi prevelike možnosti okužb ter velikega napora potrebnega za sušenje in skladiščenje ni bil primeren za gojenje gob. Med izvajanjem poizkusov so se namreč na tem substratu kljub sterilizaciji nenehno pojavljale okužbe z nezaželenimi mikroorganizmi.

Podgobje *L. edodes* in *G. frondosa* je preraščalo le substrat z OKS in OT, rast je bila na substratu z OT izredno šibka, vendar hitrejša kot na substratu z OKS. Snovanje zametkov trosnjakov *G. lucidum* na substratu z ZKR nakazuje na to, da podpira snovanje trosnjakov in bi ga bilo smiselno uporabiti kot sestavino substratov.

Glede na rezultate je izmed vseh preizkušenih za potencialno gojenje gob najprimernejši substrat z dodatkom OKS. Rast in zgoščenost podgobja sta bili na tem substratu pri vseh preizkušenih vrstah gliv najintenzivnejši v primerjavi z drugimi uporabljenimi substrati, jih je smiselno uporabiti v nadaljnjih raziskavah in pilotnem poizkusu. OKS imajo nizko ceno in so zaradi vse večje popularnosti industrijske konoplje, ki je kot kulturna rastlina vedno bolj dostopna. Prav tako je bila rast in zgoščenost micelija najboljša na substratu z dodanim ZKR, vendar pa substrat z ZKR zaradi prevelike možnosti okužb ter zahtevnega sušenja in skladiščenja ne bi bil primeren za komercialno gojenje gob. Med izvajanjem poizkusov so se namreč na tem substratu, kljub sterilizaciji, nenehno pojavljale okužbe z nezaželenimi

mikroorganizmi. Substrat z dodatkom bučnih tropin (BT) je popolnoma zavrl rast podgobja vseh testiranih vrst gliv, kar nakazuje na njegovo neprimernost za gojenje gob.

Rast podgobja različnih vrst gob na substratu z dodanimi oljčnimi tropinami (OT) je bila srednje hitra, gostota micelija pa izredno šibka v primerjavi z drugimi uporabljenimi substrati. Ker OT predstavljajo breme za okolje, so na voljo zastoj, in bi jih bilo smiselno uporabiti v nadaljnjih raziskavah. Da bi izboljšali gostoto prerasti, bomo v nadaljnjih raziskavah substratu primešali še pšenična semena in otrobe. Po naših izkušnjah ti dodatki omogočajo gostejšo rast podgobja ter zvišujejo biološko učinkovitost substrata.

V nadaljnjih poskusih se bomo osredotočili na optimizacijo vsebnosti tako sekundarnih produktov kot drugih dodatkov v substratu, ki bodo pospešili preraščanje substrata, obenem pa stimulirali snovanje primordijev. V poteku je tudi priprava na drugo fazo raziskav, kjer bo kot sestavina komposta za gojenje gob uporabljen piščančji gnoj iz Perutnine Ptuj d.d.. Kompost iz piščančjega gnoja in pšenične slame bo pripravljen v kompostarni podjetja Fungus d.o.o., na njem pa bomo gojili brazilske kukmake (*Agaricus blazei*). Brazilske kukmake so komercialno zanimiva vrsta gobe zaradi zdravih učinkovin, ki jih vsebujejo ter vsesplošnih možnosti uporabe v prehrabene namene.

4 Sklepi

Substrat z BT je popolnoma zavrl rast podgobja vseh testiranih vrst gliv, kar nakazuje na njegovo neprimernost za gojenje gob. Glede na to, da so odpadna semena industrijske konoplje stimulirale hitrejšo in gostejšo rast podgobja v primerjavi z drugimi uporabljenimi substrati ter zato, ker imajo nizko ceno in so zaradi vse večje popularnosti industrijske konoplje kot kulturne rastline vedno bolj dostopna, jih je smiselno uporabiti v nadaljnjih raziskavah in pilotnem poizkusu v večjem merilu.

Ker so oljčne tropine lahko dostopne, zastoj in predstavljajo breme za okolje, jih je prav tako smiselno uporabiti v nadaljnjih raziskavah. Ker je bila rast podgobja na substratu z oljčnimi tropinami srednje hitra in gostota podgobja šibka v večini primerov, jim bodo v nadaljnjih raziskavah primešani dodatki, kot so pšenična semena in pšenični otrobi. Ti dodatki omogočajo gostejšo rast podgobja ter izboljšujejo biološko učinkovitost substrata. Potrebno je določiti optimalno vsebnost dodatkov (tako sekundarnih produktov kot drugih) v substratu, ki bodo vzpodbudili nemoteno in hitro preraščanje, obenem pa stimulirali nastanek primordijev.

5 Zahvala

Raziskovalno delo poteka v okviru aplikativno raziskovalnega projekta L2-7589 Nadaljnja uporaba sekundarnih surovin kmetijsko-predelovalne industrije v Podravju za gojenje jedilnih in medicinskih gob, katerega financer je Javna agencija za raziskovalno dejavnost Republike Slovenije, sofinancerja pa Perutnina Ptuj d.d. ter Mestna občina Ptuj. Obema institucijama se zahvaljujemo za sodelovanje.

6 Literatura

- Beetz, A., Kustudia, M. 2004. Mushroom cultivation and marketing, Horticulture production guide <http://www.attra.ncat.org/attra-pub/mushroom.html>
- Choi, K. W. 2003. Oyster mushroom cultivation: Shelf or bag? Mushworld – obiskano maja 2006.
- Hiromoto, B. T. 1993. G. B. Patent 2265153, Substrate and method for culture of fungi, including Sitake (*Lentinus edodes*)
- Hiromoto, B. T. 1994. C. N. Patent 1090966, Substrate and method for culture of fungi, including Sitake (*Lentinus edodes*)
- Kirchhoff, B. 2004. Investigations in genotypes and substrates for the fruitbody production of *Grifola frondosa* (Dicks.: Fr.), Mushworld – obiskano decembra 2005

-
- Makoto, I., Kenji, F. 2002. U. S. Patent 6378244, Method of cultivating fruit bodies of *Agaricus blazei* in artificial mushroom cultivation bed
- Zervakis, G., Yiatras, P., Balis, C. 1996. Edible mushrooms from olive oil mill wastes, *International Biodeterioration and Biodegradation*: s. 237-243
- Royse, D. J. 1996. Specialty mushrooms. V: Janick, J., *Progress in new crops*. ASHS Press, Arlington, VA.: 464-475.
- Royse, D. J. 2004. Yield stimulation of shiitake by millet supplementation of wood chip substrate, *Mushworld - obiskano maja 2006*.
- Shen, Q., Royse, D. J. 2003. Crop cycle, time, yield and quality of maitake *Grifola frondosa* as influenced by nutrient supplements, *Mushworld – obiskano maja 2006*.
- Wasser, S., Bilay, V. T. 2006. U.S. Patent 2005097815; Substrate and method for growing Shiitake mushrooms [*Lentinus edodes* (Berk.) Singer] and new shiitake strain.

Poraba mineralnih gnojil v Sloveniji in primerjava z Evropsko unijo

Janez SUŠIN¹

Izvleček

V prispevku je prikazana poraba mineralnih gnojil (MG) v Sloveniji v obdobju 1992-2005 ter primerjava z Evropsko unijo (EU) v obdobju 1992-2002. Poraba MG se je v Sloveniji v obdobju 1992-2005 zmanjšala za 21 %. Poraba MG na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi (KZU) se je zmanjšala od 342 kg/ha na 308 kg/ha, oziroma za 10 %. Od 135 kg/ha na 121 kg/ha, oziroma za 10 % se je zmanjšala tudi poraba rastlinskih hranil (N, P₂O₅, K₂O) na KZU. Poraba hranil na KZU je v Sloveniji večja od povprečne porabe v EU. Povprečna poraba hranil je v Sloveniji v obdobju 1992-2002 znašala 142 kg/ha, v EU pa 107 kg/ha. Poraba hranil je večja v starih državah članicah EU (EU-15). Med novimi državami članicami ima večjo porabo hranil/ha od Slovenije le Ciper, od EU-15 pa Nizozemska, Belgija in Luksemburg, Nemčija, Francija, Irska in Danska.

Glavne besede: mineralna gnojila, poraba, dušik, fosfor, kalij, Slovenija, Evropska unija

Mineral fertilizer consumption in Slovenia and comparison with European Union

Abstract

Mineral fertilizer (MF) consumption in Slovenia over the period 1992-2005 and the comparison with European Union over the period 1992-2002 is presented in this article. The MF consumption over the period 1992-2005 in Slovenia has decreased by 21 %. The MF consumption in kg per ha of agricultural area in use (AAU) decreased from 342 kg/ha to 308 kg/ha, or by 10 %. The consumption of plant nutrients (N, P₂O₅, K₂O) decreased by 10 %, or from 135 kg/ha to 121 kg/ha. The consumption of plant nutrients in Slovenia over the period 1992-2002 was higher than in EU member states. The average consumption of plant nutrients in Slovenia over the period 1992-2002 was 142 kg/ha and 107 kg/ha in EU member states. The consumption of plant nutrients is higher in old member states (EU 15). In comparison with Slovenia, only Cyprus among the new member states and Netherlands, Belgium, Luxembourg, Germany, France, Ireland and Denmark among EU 15 have a higher consumption of nutrients/ha.

Key words: mineral fertilizers, consumption, nitrogen, phosphorous, potassium, Slovenia, European Union

1 Uvod

Mineralna gnojila so vse spojine in snovi, ne glede na agregatno stanje, ki vsebujejo rastlinska hranila in se dodajajo tlem ali rastlinam zaradi izboljšanja rasti rastlin, povečanja pridelka, izboljšanja kakovosti pridelka ali izboljšanja rodovitnosti tal ter so pridobljena v industrijskem postopku (Zakon o mineralnih gnojilih, 2006). Poraba mineralnih gnojil je odvisna od več dejavnikov, predvsem pa moramo upoštevati založenost tal z rastlinskimi hranili, načrtovan kolobar, pričakovan pridelek, vremenske razmere ter zakonske omejitve (Verbič in sod., 2006).

Podatek o porabi mineralnih gnojil je pomemben kmetijsko okoljski kazalec, saj v daljši časovni skali zrcali gnojilne navade uporabnikov. V kolikor ta podatek povežemo z dejanskimi potrebami rastlin ter obstoječo založenostjo tal s hranili, lahko na nacionalni ravni ovrednotimo (ne)upravičenost dejanske porabe mineralnih gnojil. Zaradi tega je podatek o porabi mineralnih gnojil eden izmed 35 kmetijsko okoljskih kazalcev, ki jih članice Evropske unije spremljajo v okviru programa IRENA (*Indicator Reporting on the integration of*

¹ Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, Hacquetova 17, 1000 Ljubljana, e-pošta: janez.susin@kis.si

Environmental concerns into Agricultural policy), oziroma programa spremljanja integracije okoljske politike v kmetijski sektor z uporabo kmetijsko okoljskih kazalcev (Rejec Brancelj, 2006; EEA, 2006).

Namen prispevka je predstaviti kmetijsko okoljski kazalec porabe mineralnih gnojil v Sloveniji v obdobju 1992-2005. Prikazana je skupna količina porabljenih mineralnih gnojil in rastlinskih hranil ter poraba na površino kmetijskih zemljišč v uporabi. Podatki za Slovenijo so vrednoteni tudi v primerjavi s podatki držav Evropske unije v obdobju 1992-2002.

2 Material in metode dela

Podatke o porabljenih mineralnih gnojil v Sloveniji zbira Statistični urad Republike Slovenije (SURS) in jih letno objavlja v Statističnem letopisu Republike Slovenije ter na spletni strani SURS-a (www.stat.si). Podatke pridobiva na podlagi letnih poročil podjetij, družb in zadrug o porabljenih mineralnih gnojilih ter zalogah, na podlagi letnih poročil o uvozu mineralnih gnojil s strani uvoznikov ter na podlagi podatkov o domači proizvodnji ter izvozu. Podatki vključujejo porabo mineralnih gnojil pri tržni pridelavi ter pridelavi za lastne potrebe (SURS, 2006). V raziskavi smo obdelali podatke za obdobje 1992-2005, pri čemer so podatki za leto 2005 začasni in objavljeni na spletnih straneh SURS (SURS, 2006). Podatki o porabi mineralnih gnojil v Sloveniji vsebujejo podatke o porabi gnojil ter o porabi glavnih rastlinskih hranil (dušik, fosfor in kalij). Poraba rastlinskih hranil je prikazana tudi na površino kmetijske zemlje v uporabi (KZU), saj nam poraba gnojil, izražena v tonah, ne pove toliko kot poraba gnojil na KZU.

Podatki o porabi mineralnih gnojil v državah članicah Evropske unije (EU) so dostopni v FAOSTAT bazi podatkov FAO (*Food and Agriculture Organization*) (FAO..., 2006). Podatki so ločeno prikazani za vseh 25 držav EU (EU 25), za države, ki so se EU pridružile leta 2004 (EU 16-25) ter za stare države članice (EU 15). Poraba mineralnih gnojil v EU je prikazana za obdobje 1992-2002 ter izražena v kg rastlinskih hranil (N, P₂O₅ in K₂O) na hektar.

3 Rezultati z diskusijo

3.1 PORABA MINERALNIH GNOJIL V SLOVENIJI

Poraba mineralnih gnojil se je v Sloveniji v obdobju 1992-2005 zmanjšala za 21%. V obdobju 1992-1999 smo porabili med 168 in 189 tisoč ton mineralnih gnojil. Leta 2000 se je poraba začela zmanjševati tako, da je leta 2005 dosegla slabih 150 tisoč ton. Največji delež uporabljenih hranil v mineralnih gnojilih je predstavljal dušik (v obdobju 1992-2005 povprečno 47%), sledila sta kalij (29%) in fosfor (24%) (pregl. 1).

V obdobju 1992-2005 se je za 10 % zmanjšala tudi poraba mineralnih gnojil na površino kmetijske zemlje v uporabi (KZU). Poraba se je zmanjšala od 342 kg/ha na 308 kg/ha. Za enak odstotek se je zmanjšala tudi poraba rastlinskih hranil (N, P₂O₅ in K₂O) (od 135 kg/ha na 121 kg/ha). Najbolj se je zmanjšala poraba dušika (za 14%), sledila sta kalij (za 10%) in fosfor (za 1%). Med rastlinskimi hranili smo največ gnojili z dušikom (65 kg N/ha), sledil je kalij (41 kg K₂O/ha) in fosfor (33 kg P₂O₅/ha) (pregl. 1 in sl. 1).

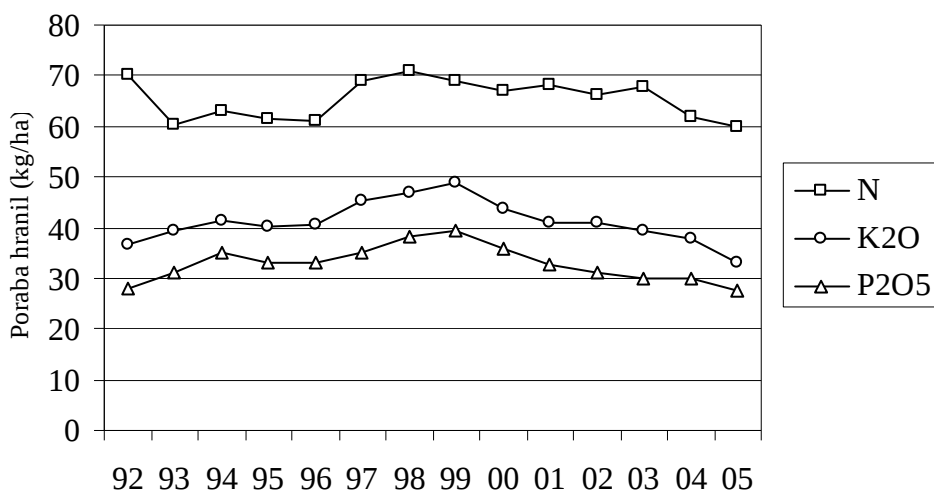
Zmanjšanje porabe mineralnih gnojil na hektar kmetijskih zemljišč v uporabi gre pripisati zahtevam nitratne direktive in načelom dobre kmetijske prakse pri gnojenju, h katerim so zavezana kmetijska gospodarstva v zadnjih letih. Zaradi tega se je število analiziranih vzorcev tal v Sloveniji bistveno povečalo, posledično pa je bilo izdelano tudi več gnojilnih nasvetov (Mihelič in sod., 2006). Predvsem nitratna direktiva posveča večjo pozornost uporabi živinskih gnojil ter upoštevanju rastlinskih hranil v živinskih gnojilih pri načrtovanju gnojenja z mineralnimi gnojili. Ker morajo imeti kmetijska gospodarstva izdelane gnojilne načrte, v

katerih so ovrednotena tudi uporabljena rastlinska hranila iz živalskih gnojil, se poraba mineralnih gnojil temu ustrezno zmanjšuje.

Preglednica 1: Poraba mineralnih gnojil in rastlinskih hranil v Sloveniji v obdobju 1992-2005

Leto	MG* t	N t	P ₂ O ₅ t	K ₂ O t	N %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	MG* kg/ha	N kg/ha	P ₂ O ₅ kg/ha	K ₂ O kg/ha	Skupaj kg/ha
1992	189.922	38.938	15.486	20.426	52	21	27	342	70	28	37	135
1993	174.055	33.376	17.137	21.735	46	24	30	315	60	31	39	131
1994	182.191	33.944	18.950	22.227	45	25	30	339	63	35	41	140
1995	168.780	32.235	17.391	21.018	46	25	30	322	61	33	40	135
1996	168.029	31.296	16.972	20.903	45	25	30	327	61	33	41	135
1997	180.599	33.999	17.431	22.489	46	24	30	365	69	35	45	150
1998	184.729	34.801	18.826	22.945	45	25	30	376	71	38	47	156
1999	186.370	34.380	19.717	24.402	44	25	31	374	69	40	49	157
2000	174.180	34.159	18.250	22.227	46	24	30	342	67	36	44	147
2001	178.166	34.765	16.607	20.911	48	23	29	350	68	33	41	142
2002	175.724	33.412	15.698	20.655	48	23	30	348	66	31	41	138
2003	177.589	34.501	15.311	20.007	49	22	29	348	68	30	39	137
2004	162.680	30.264	14.640	18.573	48	23	29	332	62	30	38	129
2005	149.467	29.168	13.431	16.060	50	23	27	308	60	28	33	121
Povp.	175.177	33.517	16.846	21.041	47	24	29	342	65	33	41	139
Index 92/05	79	75	87	79				90	86	99	90	90

* MG- mineralna gnojila



Slika 1: Poraba hranil v Sloveniji v obdobju 1992-2005 (v kg/ha)

Dejstvo, da kmetijsko zemljo gnojimo največ z dušikom, potrjuje domnevo, da mineralna gnojila v Sloveniji uporabljajo predvsem za dognojevanje z dušikom (uporaba enostavnih dušikovih gnojil KAN in sečnina), gnojenje s fosforjem in kalijem pa kombiniramo z uporabo živalskih gnojil pri pred setveni pripravi tal.

3.2 PORABA MINERALNIH GNOJIL V EU TER PRIMERJAVA S SLOVENIJO

Poraba rastlinskih hranil (N, P_2O_5 in K_2O) na hektar kmetijske zemlje v uporabi je bila v Sloveniji v obdobju 1992-2002 večja od povprečja EU. V Sloveniji je le-ta znašala 142 kg/ha, v EU-25 pa 107 kg/ha (nove članice so vključene, čeprav takrat še niso bile sprejete v EU). Poraba hranil je manjša v novih državah EU (EU 16-25), saj ta znaša 68 kg/ha, v starih državah članicah (EU 15) pa 118 kg/ha (pregl. 2 in sl. 2).

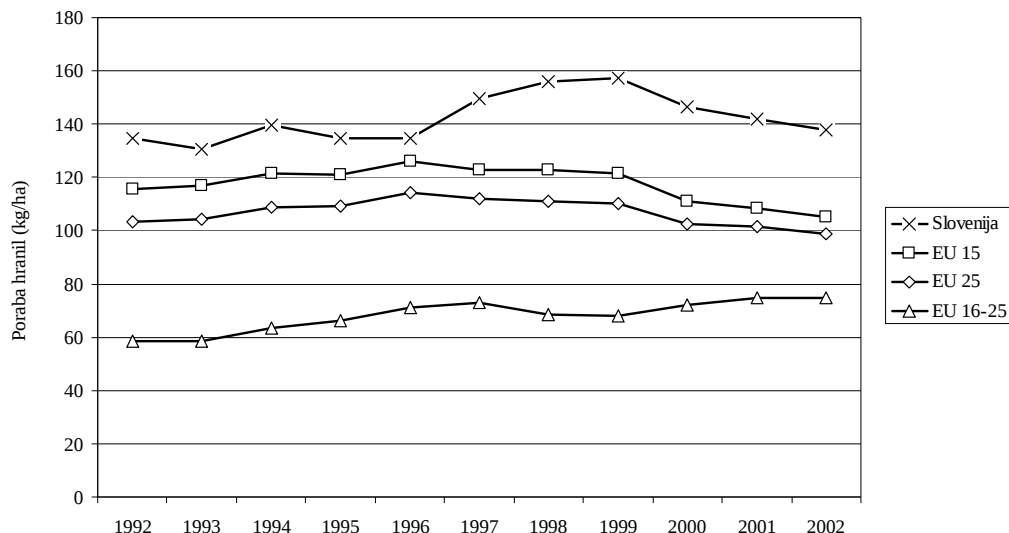
Preglednica 2: Povprečna poraba rastlinskih hranil (N, P_2O_5 in K_2O) v državah članicah EU v obdobju 1992-2002 (v kg/ha)

	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	Povprečje
Slovenija	135	131	140	135	135	150	156	157	147	142	138	142
EU 25*	103	104	109	109	114	112	111	110	103	101	99	107
- EU 15*	116	117	121	121	126	123	123	121	111	109	105	118
- EU 16-25*	58	59	63	66	71	73	68	68	72	75	75	68

* EU 25 – vse države članice EU

* EU 15 – »stare« države članice (Avstrija, Belgija, Danska, Finska, Francija, Grčija, Irska, Italija, Luksemburg, Nemčija, Nizozemska, Portugalska, Španija, Švedska, Velika Britanija)

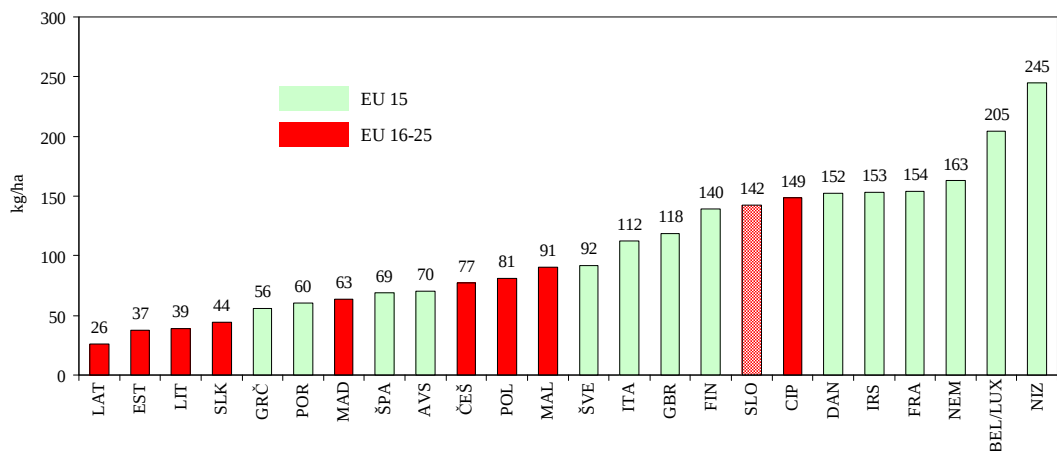
* EU 16-25 – »nove« države članice iz leta 2004 (Ciper, Češka, Estonija, Latvija, Litva, Madžarska, Malta, Poljska, Slovaška, Slovenija)



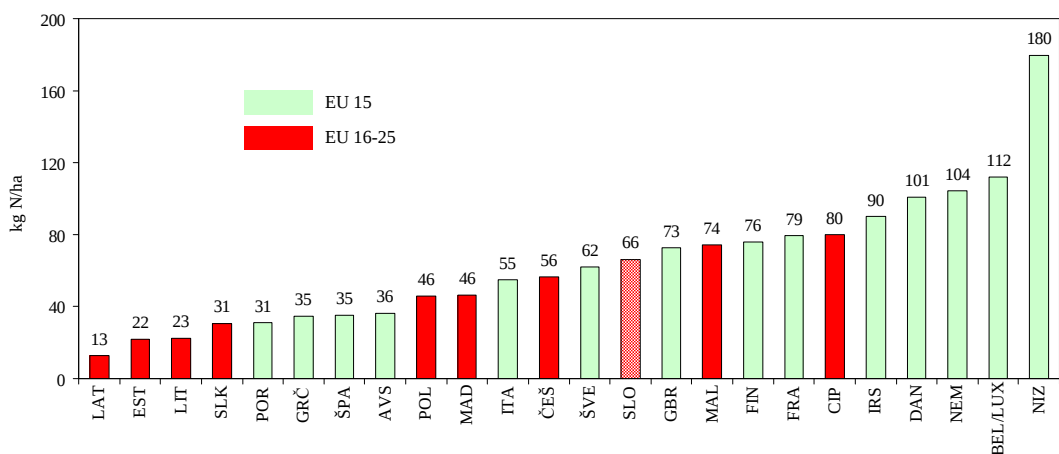
Slika 2: Poraba rastlinskih hranil (N, P_2O_5 in K_2O) v Sloveniji ter državah EU v letih 1992-2002

Od novih držav EU je imel večjo porabo hranil/ha od Slovenije le Ciper (149 kg/ha), od starih držav EU pa šest držav. Največjo porabo hranil je imela Nizozemska (245 kg/ha) pred Belgijo in Luksemburgom (205 kg/ha). Pred Slovenijo so po porabi hranil/ha od EU 15 še Nemčija, Francija, Irska in Danska. Najmanjšo porabo hranil imajo baltske države (Latvija, Litva in Estonija), med EU 15 pa Grčija in Portugalska (sl. 3).

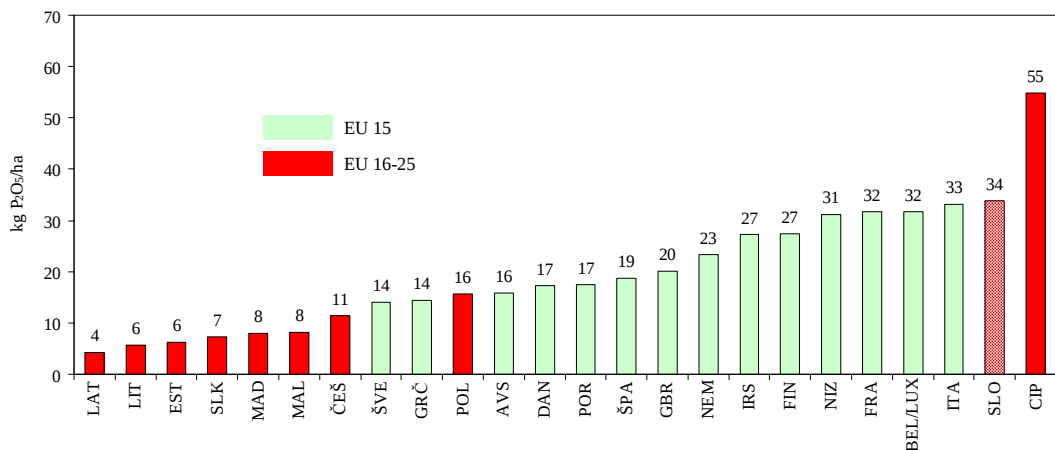
Po porabi fosforja in kalija na hektar je Slovenija v vrhu držav EU, po porabi mineralnega dušika pa v sredini (sl. 4, 5, 6). Po porabi mineralnega dušika izrazito izstopa Nizozemska s 180 kg N/ha, ostale države pa imajo porabo 112 kg N/ha ali manj. Slovenija ima porabo 66 kg N/ha, najmanj pa baltske države (23 kg N/ha ali manj) (sl. 4).



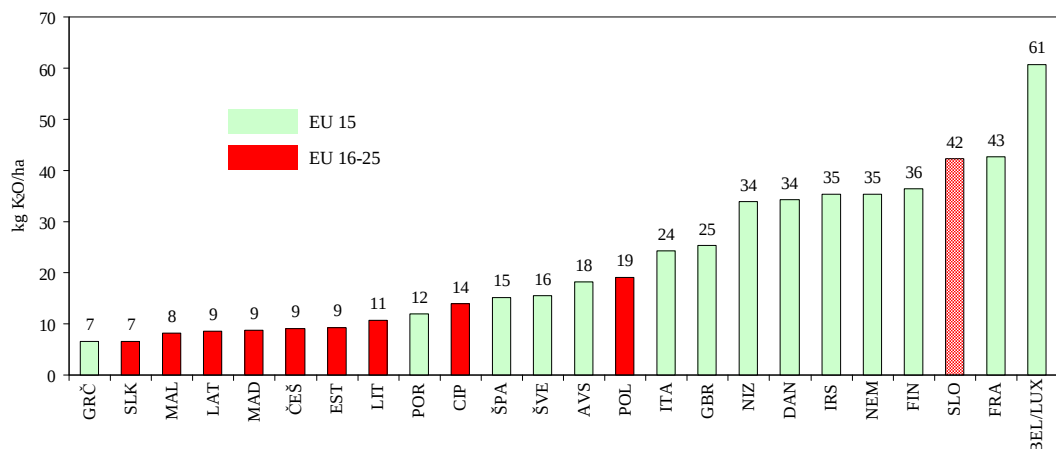
Slika 3: Povprečna poraba hranil (N, P₂O₅, K₂O) v državah EU v obdobju 1992-2002 (v kg/ha)



Slika 4: Povprečna poraba dušika iz mineralnih gnojil v državah EU v obdobju 1992-2002 (v kg N/ha)



Slika 5: Povprečna poraba fosforja iz mineralnih gnojil v državah EU v obdobju 1992-2002 (v kg P₂O₅/ha)



Slika 6: Povprečna poraba kalija iz mineralnih gnojil v državah EU v obdobju 1992-2002 (v kg K₂O/ha)

Največ fosforja na hektar porabi Ciper (55 kg P₂O₅/ha), sledi Slovenija s 34 kg P₂O₅/ha, kar je hkrati tudi največja poraba v primerjavi z EU 15. Ostale države EU porabijo 33 kg P₂O₅/ha ali manj, pri čemer je poraba EU-15 večja od porabe EU 16-25 (sl. 5).

Po porabi kalija izstopata Belgija in Luksemburg z 61 kg K₂O/ha, ostale države pa porabijo 43 kg K₂O/ha ali manj. Poleg Belgije in Luksemburga ima večjo porabo kalija od Slovenije (42 kg K₂O/ha) le še Francija (43 kg K₂O/ha). Slovenija ima tako med EU 16-25 največjo porabo kalija na hektar (sl. 6).

4 Sklepi

Poraba mineralnih gnojil se je v Sloveniji v zadnjih letih zmanjšala. To še posebej velja za obdobje po letu 2000. Zmanjšanje porabe se je sovpadlo z začetki izvajanja okoljskih ukrepov v kmetijstvu, predvsem pa z začetkom izvajanja nitratne direktive, ki je v Sloveniji v veliko večji meri kot v preteklosti utrdila pomen gnojenja pri varovanju okolja. S stališča varovanja okolja se zdi pomembno predvsem zmanjšanje porabe dušika/ha za 14 %, v manjši meri pa to velja tudi za fosfor in kalij. V primerjavi z državami EU v Sloveniji porabimo relativno veliko mineralnih gnojil na hektar. Med EU 16-25 smo na drugem mestu za Ciprom, med EU 15 pa so pred nami le nekatere kmetijsko bolj intenzivne države (Nizozemska, Belgija in Luksemburg, Nemčija, Francija, Irska in Danska). Vzrok gre iskati v dejstvu, da se površine kmetijske zemlje v Sloveniji zmanjšujejo, na preostalih zemljiščih pa kmetujemo na čedalje bolj intenziven način, k čemur pomembno prispeva tudi gnojenje. Zaradi korektnosti primerjave podatkov Slovenije z EU pa je potrebno dodati, da primerjava podatkov med državami EU verjetno v vseh pogledih ni popolnoma zanesljiva, saj so metodologije zajema podatkov o porabi mineralnih gnojil med državami EU različne, prav tako pa tudi metodologije evidence površine KZU, s pomočjo katerih se vrednoti obremenitev KZU z mineralnimi gnojili.

5 Literatura

EEA (European Environment Agency). 2006. Indicator reporting on the integration of environmental concerns into agricultural policy (IRENA).

<http://webpubs.eea.europa.eu/content/irena/index.htm>

(FAO) Food and Agriculture Organization. 2006. (<http://faostat.fao.org>)

- Mihelič, R., Sušin, J., Jagodic, A., Leskošek, M. 2006. Slovene guidelines for expert based fertilization in a light of cross compliance rules = Slovenske smernice za strokovno gnojenje v luči določil navzkrižne skladnosti. *Acta agric. Slov.* (87)1: 109-119
- Verbič, J., Sušin, J., Simončič, A., Čergan, Z., Babnik, D., Jejčič, V., Poje, T., Knapič, M., Verbič, J., Dolničar, P., Majer, D., Ugrinović, K., Janža, R., Maljevič, J., Stopar, M., Zemljič, A. 2006. Svetovalni kodeks dobre kmetijske prakse. Varovanje voda, tal, zraka in ohranjanje biotske raznovrstnosti (Osnutek). Kmetijski inštitut Slovenije, 2006: 200 s.
http://www.kis.si/datoteke/File/kis/SLO/Publikacije/drugo/Kodeks_DKP.pdf
- Statistični urad Republike Slovenije (SURS). 2006. (<http://www.stat.si>)
- Statistični urad Republike Slovenije (SURS). 2006. Začasni podatki o porabi mineralnih gnojil v Sloveniji v letu 2005 (http://www.stat.si/novica_prikazi.aspx?id=389), 18. avgust 2006
- Zakon o mineralnih gnojilih. 2006. Uradni list Republike Slovenije, 29: 2969-2972
- Rejec Brancelj, I. 2006. Spremljanje integracije okoljske politike v kmetijski sektor z uporabo kmetijsko okoljskih kazalcev. Posvet: Kmetijsko okoljski kazalci v Sloveniji, Kmetijski inštitut Slovenije, 20. april 2006

Perspektive Vrta zdravilnih in aromatičnih rastlin na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije po 30 letih delovanja

Nataša FERANT¹

Izvilleček

Vrt zdravilnih in aromatičnih rastlin na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije deluje od leta 1976. Glavne naloge vrta so: znanstveno-raziskovalna, svetovalna in vzgojno-izobraževalna. Od vsega začetka sodelavci preizkušamo pridelovanje zelišč in proučujejo različne tehnologije pridelave ter svetujemo tako ljubiteljem kot pridelovalcem zelišč. V 30-letnem obdobju si je vrt ogledalo 28.000 ljudi (zlasti šolajoča mladina). Od 1996 je Vrt vključen v nacionalno zbirko Slovenska rastlinska genska banka. V vseh teh letih je bilo objavljenih prek 100 člankov, 30 Index Seminumov, 5 brošur in 3 knjige. Vrt predstavlja veliko možnosti nabiranja znanja in izkušenj, ki bi jih ob ugodni podpori države tej panogi in urejenemu trgu na tem področju lahko realizirali tudi v praksi.

Glavne besede: zdravilne in aromatične rastline, pridelovanje, Vrt zdravilnih in aromatičnih rastlin

Medicinal and aromatical plant collection garden at the Slovenian Institute for Hop Research and Brewing - perspectives after 30 years of its activities

Abstract

Medicinal and aromatical plants collections garden at the Slovenian Institute for Hop Research and Brewing was established in 1976. The main fields of work are: research, advice service in production and technology in production of medicinal and aromatical plants. In 30 years period the collections has been visited by more than 28.000 people. Most of them were pupils and students. From 1996 the collection is a part of Slovenian Plant Gene Bank. More than 100 articles, 30 issues of Index Seminum, 5 brochures and 3 books have been published. In the future the collections could present a great base for knowledge and experience in the field of medicinal and aromatical plants. It will be possible to maintain by more financial support from the government and by better organised herbs market in Slovenia. In that case more knowledge will be mediated in practice.

Key words: medicinal and aromatical plants, cultivation, collection of medicinal and aromatic plants

1 Uvod

Vrt zdravilnih in aromatičnih rastlin na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu je bil ustanovljen leta 1976 na pobudo treh znanstvenikov: prof. Franca Sušnika – botanika, prof. Pavla Bohinca – farmacevta in prof. Toneta Wagnerja - agronoma. Želeli so uresničiti idejo o osrednji instituciji za raziskovanje pridelave, predelave in uporabe zelišč. Vrt, ki še danes predstavlja osnovo raziskovanj na področju gojenja zdravilnih in aromatičnih rastlin. Prva leta je zbirko sestavljajo približno 40 različnih zdravilnih in aromatičnih rastlin. Z leti in razvojem se je zbirka večala in v zadnjih letih šteje okoli 300 različnih vrst zdravilnih in aromatičnih rastlin. Na tem področju se na IHPS povezujemo s sorodnimi inštituti in botaničnimi vrtovi po svetu. Z izmenjavo semen in sadik so v kolekcijo prišle tudi manj znane rastline.

Vrt danes obsega na 30 arov. Zasnovan je v dveh delih. V prvem delu so posajene rastline, ki so značilne za naše pedoklimatsko območje. V tem delu je ena greda namenjena zdravilnim rastlinam, ki so strupene, dve gredi pa sta namenjeni začimbnicam.

¹Mag., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Cesta Žalskega tabora 2, 3310 Žalec, e-pošta: natasa.ferant@guest.arnes.si

Druga polovica Vrta je posajena z rastlinami, vzgojenimi iz semen, ki jih dobimo z izmenjavo s sorodnimi inštituti in botaničnimi vrtovi. Zbirka vsebuje tudi nekaj dreves in grmov, ki imajo zdravilni učinek.

Usmeritve vrta so:

- Raziskovalni: proučevanje zdravilnih in aromatičnih rastlin, in sicer: rast in razvoj, količina pridelka in učinkovin, dovzetnost za napad bolezni in škodljivcev, ugotavljanje ekonomičnosti pridelave;
- Svetovalni: informacije o pridelavi posredujemo ljubiteljem ter pridelovalcem ali bodočim pridelovalcem zdravilnih rastlin;
- Vzgojno-izobraževalni: sodelujemo s šolami zainteresiranimi za spoznavanje zelišč in ureditev zeliščnih vrtov ter z učenci, ki opravljajo različne raziskovalne naloge povezane s poznavanjem zelišč in njihovo uporabo. V Vrtu je bilo opravljenih več deset diplomski del, dva magisterija in več raziskovalnih nalog osnovnošolcev in srednješolcev. Redno sprejemamo obiskovalce vseh starostnih skupin. Vrt je odprt za obiskovalce od aprila do oktobra.

V 30 letih obstoja je v okviru dela Vrta zdravilnih in aromatičnih rastlin nastala cela vrsta objavljenih člankov, tri knjige (Wagner 1980, 1997; Rode, 2001), dva vodiča (1979, 1983), poglavja v Kmetijskem priročniku (1988, 1989), brošure: Šolski vrtiček (1979), Rastlinske droge (1981) in Vodič po nasadu zdravilnih rastlin (1979), več kot 10 diplom, 2 magisterija ter več raziskovalnih in seminarских nalog osnovnošolcev in srednješolcev. Sodelavci so v tem času predstavili svoje delo na kongresih, simpozijih in objavili večje število strokovnih in poljudnih člankov v domači in tuji literaturi. Vsako leto izdamo Index Seminarum. V 30 letih obstoja si je Vrt ogledalo skoraj 28.000 ljudi, predvsem šolajoča mladina, kar je posebno vzpodbudno.

2 Material in metode

Ob 30-letnici smo na podlagi statističnih podatkov, pogovorov z vodilnimi v občini Žalec, KGZS, MKGP in RAA izdelali seznam sofinanciranja v dosedanjih letih, pregledali, koliko je bilo do sedaj vloženega v njegovo delovanje ter kaj je na podlagi obstoja Vrta nastalo. Na tej podlagi smo želeli ugotoviti perspektive oziroma možnosti Vrta za nadaljnji razvoj.

3 Rezultati in diskusija

Ves čas delovanja je bil Vrt zdravilnih in aromatičnih rastlin vsaj delno sofinanciran s strani države:

- leta 1978 kot infrastrukturni objekt Raziskovalne skupnosti Slovenije,
- leta 1986 je SAZU z memorandumom prevzel pokroviteljstvo nad vrtom,
- leta 1994 MZT je sofinanciral VZAR kot infrastrukturni objekt,
- leta 1996 SZF delno finančno podpre delovanje VZAR v sklopu programa Tehnološki center za hmelj, pivovarstvo in zdravilne rastline,
- leta 1996 je Vrt pridobil status nacionalne zbirke v okviru nacionalnega programa Slovenska rastlinska genska banka.

Najpomembnejši projekti, financirani v 30-letnem obdobju, so bili:

- Zdravilne rastline v vzgojno izobraževalnem procesu, Raziskovalna skupnost Slovenije (1978-1980),
- Poskusno pridelovanje v hribovitih predelih občine Žalec, Občinska raziskovalna skupnost Žalec (1982-1985),

- Poskusno gojenje zdravilnih rastlin: Rekultivacija ugreznin rudarsko-energetskega kombinata Titovo Velenje, REK Velenje (1984–1986),
- Pridelovanje zelišč kot dopolnilna dejavnost (1997–2001), ciljni raziskovalni projekt, nosilec dr. Janko Rode, financirali MZT in MKGP.

V sodelovanju z Biotehniško fakulteto smo sodelavci IHPS, ki delamo na tem področju, pripravili predlog nacionalnega programa Pridelava, predelava in kontrola kakovosti rastlinskih drog (1996). Ostali rezultati delovanja Vrta, tako raziskovalni kot tudi strokovni in vzgojno-izobraževalni, so:

- tehnologije pridelovanja: zimzelena, rženih rožičkov (Interno poročilo, 1977),
- primerjalno pridelovanje več sort kamilic, poprove mete, žametnice, ameriškega slamnika (Poročilo IHPS 1980–1988),
- raziskave uporabnosti zelišč v mlečnih izdelkih, Poročilo o delu, 1986,
- poskusno pridelovanje kolmeža, ameriškega slamnika, gabeza, baldrijana, kretskega origana, jegliča, citronke (Poročilo IHPS 1985–1988),
- uporaba fitofarmaceutskih sredstev pri pridelovanju mete in kamilic,
- postavitev osnovne tehnologije pridelave in priprava navodil za dobro agronomsko prakso (DAP), prilagojeno za ameriški slamnik,
- načrti in izvedba šolskih zeliščnih vrtov OŠ Podčetrtek (1980), OŠ Polzela (1984), OŠ Črenšovci (1984), OŠ Črnomelj (1988), OŠ Braslovče (1995), OŠ Krašnja (1993),...,
- svetovanje pri uvajanju pridelave zdravilnih in aromatičnih rastlin za različne uporabnike in naročnike.

Iz navedenega sledi, da je bilo v minulih 30 letih delovanja Vrta zdravilnih in aromatičnih rastlin opravljeno veliko dela na raziskovalnem, strokovnem, svetovalnem in vzgojno-izobraževalnem področju. Ves čas obstoja se je iskalo poti za uveljavitev pridelovanja zdravilnih in aromatičnih rastlin kot resne kmetijske panoge. Žal do sedaj ni uspelo o tem prepričati odločilnih ljudi na različnih nivojih.

Menimo, da je bodočnost pridelave zdravilnih in aromatičnih rastlin zlasti v promociji provinjenice pridelane droge in biološke oziroma sonaravne pridelave. Za to je v Sloveniji ogromno možnosti in volje. Hkrati se moramo zavedati, da je pridelava zdravilnih rastlin nujna zlasti s strani naravovarstvenega vidika in zahtev trga (industrije) po konstantni kakovosti surovine. Glede na pridobljeno znanje v preteklosti bi lahko organizirali in izvedli takšno pridelavo. Vendar bi zato morali organizirati odkup. Interes ljudi za pridelavo zelišč je veliko, vendar se ljudje zaradi neurejenega trga ne odločajo za to panogo, razen redkih, ki sami tržijo pridelano drogo v obliki čajev, tinktur, mazil,... Hkrati menimo, da bi spremenjen odnos države oziroma pristojnih ministrstev do te panoge bistveno spremenil tok dogodkov. Že od leta 1994, ko je bil napisan predlog Nacionalnega programa za proizvodnjo, predelavo in kontrolo kakovosti rastlinskih drog, potekajo aktivnosti s strani strokovnjakov za podporo države tej panogi. Da se od takrat do danes ni položaj bistveno spremenil, kaže število sprejetih raziskovalnih projektov glede na število predlogov le-teh. Strokovnjaki iščemo izhod iz nastale situacije, vendar znotraj obstoječega sistema ni dosti možnosti.

Če bomo prešli od besed k dejanjem in bo pridelava in predelava zdravilnih in aromatičnih rastlin podprta tako finančno kot tudi strokovno s strani države in bodo predelovalci, zlasti manjši uvozniki, droge, tudi odkupovali v Sloveniji pridelano drogo, kljub nekoliko višji ceni, si lahko obojamo, da se bo ta panoga v prihodnje razvijala. V Sloveniji je dovolj znanja, ki bo pripomoglo k razvoju te kmetijske panoge. In kar precejšen del tega znanja in izkušenj za znanstveno-raziskovalno delo, svetovalno ter vzgojno-izobraževalno delo je bilo opravljenega v 30-letnem delovanju Vrta zdravilnih in aromatičnih rastlin na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije v Žalcu, kar je velika dota za prihodnost.

4 Sklepi

Perspektive Vrta zdravilnih in aromatičnih rastlin po 30 letih delovanja so precejšnje, če bo država aktivna pri razvoju te dejavnosti, kar je bilo zagotovljeno s strani predstavnika MKGP na seminarju ob 30-letnici Vrta letos v Žalcu. Vrt bo lahko tudi v prihodnje podlaga tako za znanstveno–raziskovalno delo kot svetovalno ljubiteljem in kmetom. Zlasti pa vidimo velik potencial Vrta kot vzgojno–izobraževalnega objekta.

5 Literatura

- Baričevič, D., Rode J. 1996. Nacionalni program za proizvodnjo, predelavo in kontrolo kakovosti rastlinskih drog v Republiki Sloveniji: Predlog. Ljubljana, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo in Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec: 12 s.
- Index Seminum. 1976-2006. Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije.
- Rode, J. 2001. Pridelovanje zelišč kot dopolnilna dejavnost: Zaključno poročilo CRP, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec.
- Rode, J., Wagner. T. 2002. 25 let Vrta Zdravilnih in aromatičnih rastlin na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo. Hmeljarski bilten, 9: 35–40
- Wagner, T., Mastnak-Čulk. C. 1985. Preizkušanje pridelovanja zdravilnih rastlin v hribovitih predelih občine Žalec, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec: 36 s.
- Wagner. T., Medved. N. 1976. Kolekcija zdravilnih in aromatičnih rastlin. Poročilo o delu, Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Žalec: 26 s.

Stisnjenost bal in potrebna moč za pogon stiskalnice za valjaste bale s stalno prostornino

Tomaž POJE¹

Izvleček

Pri stiskanju slame smo ugotavljali nekatere eksploatacijske lastnosti stiskalnice za valjaste bale s stalno prostornino. Rezultati preizkušanja so pokazali, da zaradi konstrukcije stiskalnice potrebna moč za stiskanje bale narašča do konca formiranja bale v komori. Pri večji vozni hitrosti 9,5 km/h in vključeni rezalni napravi je bila maksimalna moč na priključni gredi traktorja 65 kW. Potrebna zagonska moč za stiskalnico je sicer 9 kW. Uporaba nožev oziroma rezalne naprave v razmerah našega preizkušanja ni vedno povečala gostote (mase) bale.

Ključne besede: stiskalnica za valjaste bale, stalna prostornina komora, poraba moči, kvaliteta bal

Density of bales and power required for driving of roll baler with fixed chamber

Abstract

Some exploitation properties of roll baler with fixed chamber were tested at straw pressing. The results obtained at testing have shown that due to the construction of roll baler the power required for baling increases until the closing of bale formation in a chamber. At higher driving speed, 9.5 km/h, and operating cutting unit the maximum power at PTO shaft of tractor was 65 kW. The required starting power of a roll baler is 9 kW. The use of knives or a cutting unit in our testing conditions did not always increase the density of a bale (mass).

Key words: roll balers, fixed chambers, power used, bale quality

1 Uvod

Stiskalnice za valjaste bale se uporabljajo od leta 1970 naprej. V Sloveniji so se ti stroji v zadnjih 15 letih zelo dobro uveljavili. Podatki Statističnega urada Slovenije iz leta 2005 povedo, da je v Sloveniji 4161 stiskalnic. Uporabniki v zadnjih letih nabavljajo predvsem stiskalnice za valjaste bale, ki jih proizvajalci vedno bolj izboljšujejo. Jejčič in Poje (1997, 2006) sta analizirala eksploatacijske lastnosti večjih stiskalnic za valjaste bale v različnih delovnih razmerah. Poudarek v teh proučevanjih je bil na potrebni moči za pogon stiskalnic in drugih parametrih, ki vplivajo na samo uporabo stroja. Harms (1994) je proučeval tehniko tlačenja pri konstrukcijsko različnih stiskalnicah. Sauter in Duerr (2006) sta analizirala konstrukcijsko različne stiskalnice in ugotavljala izgube pri pobiranju krme, potrebno moč za pogon in kvaliteto bal. Gerighausen oziroma DLG (2004) ugotavlja stisnjenost bal s pomočjo posebne brezkontaktna sonde, meri pa tudi potek potrebne moči za pogon stiskalnic pri formiranju bal. Bisaglia (2004) je proučeval predvsem stiskalnice z spremenljivo prostornino. Namen tega prispevka je analiza nekaterih eksploatacijskih lastnosti stiskalnice za valjaste bale s stalno prostornino, ki so glede na svojo konstrukcijo pri nas med najbolj razširjenimi.

2 Material in metode dela

Za določitev eksploatacijskih lastnosti stiskalnice za valjaste bale smo uporabili stiskalnico, ki ima komoro s stalno prostornino in valji na obodu komore. Osnovni pogon stiskalnice je izveden preko priključne gredi traktorja s številom obratov 540 min^{-1} (pregl. 1). Stiskalnica

¹ Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za kmetijsko tehniko, Hacquetova 17, SI – 1000 Ljubljana, e-pošta: tomaz.poje@kis.si

ima vgrajeno rezalno napravo, ki načeloma omogoča večjo gostoto bal (večjo maso bal). Tlak stiskanja je brezstopenjsko nastavljen. S spreminjanjem delovnega tlaka in s tem gostote bale izdelujemo lahko različno težke bale pri enaki prostornini. Za pogon stiskalnice smo uporabili traktor z močjo motorja 110 kW.

Preglednica 1: Glavni tehnični podatki za stiskalnico za valjaste bale

Proizvajalec	Deutz Fahr
Model	MP 235 OC 14
Tip komore	Fiksna z valji na obodu
Širina pobiranja	2,10 m
Premer komore	1,25 m
Širina komore	1,22 m
Število valjev	14
Dolžina stroja	4,250 m
Širina stroja	2,450 m
Višina stroja	2,375 m
Masa stroja	2998 kg
Vrtilna frekvenca priključne gredi	540 min ⁻¹

2.1 MERJENE VELIČINE

Merilna veriga je bila sestavljena iz treh delov: a) dajalniki (senzorji), b) merilni ojačevalnik, c) PC računalnik (slika 1). 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 stiskalnico.

2.2 IZRAČUN

Iz rezultatov meritev navora in vrtilne frekvence je bila s pomočjo naslednjih enačb izračunana moč za pogon.

$$\text{Moč za pogon: } P_p = M\omega \quad (1)$$

$$P_p = M\pi \frac{n}{30} \quad (2)$$

Pomen oznak:

P_p - potrebna moč za pogon stiskalnice preko priključne gredi

M - navor na priključni gredi

ω - kotna hitrost

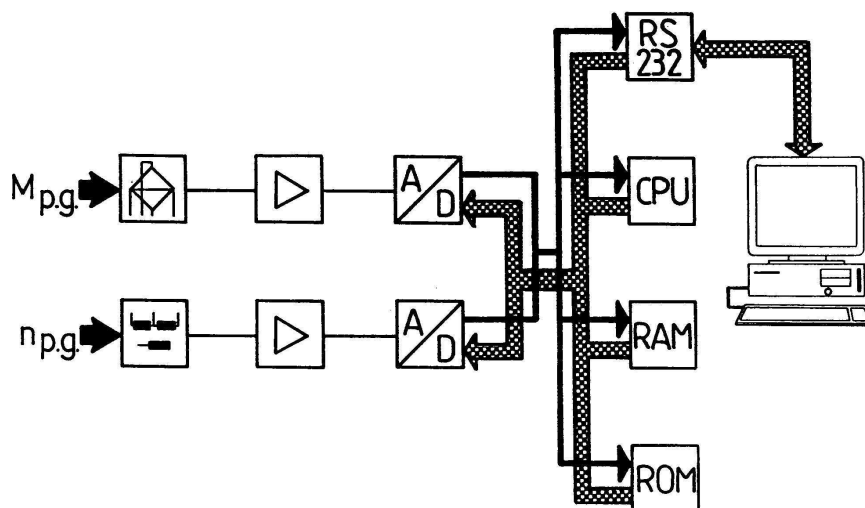
n - vrtilna frekvenca priključne gredi

W

Nm

rad

min⁻¹



Slika 1: Shema merilne verige

2.3 POTEK MERITEV

Na začetku posamezne meritve smo na priključni gredi traktorja nastavili vrtilno frekvenco na 540 min^{-1} , nato pa smo stiskalnico obremenili. Obremenitev stiskalnice smo menjali s večanjem vozne hitrosti oziroma s večanjem pobrane rastlinske mase v določenem časovnem obdobju. Navor, izmerjen na traktorski priključni gredi, je prikazan številčno kot maksimum za posamezno meritve in grafično kot celoten potek posamezne meritve v odvisnosti od izbrane vozne hitrosti traktorja in vključene ali izključene rezalne naprave. Iz izmerjenega navora in vrtilne frekvence na priključni gredi traktorja je bila izračunana trenutna moč razvita na priključni gredi traktorja. Izvedene so bile tudi meritve navora na priključni gredi brez obremenitve stiskalnice s rastlinsko maso, kjer smo tudi ugotavljali zagonski navor in zagonsko moč na priključni gredi, ki se razvije ob zagonu stiskalnice za valjaste bale.

2.4 UGOTAVLJANJE STISNJENOSTI BAL

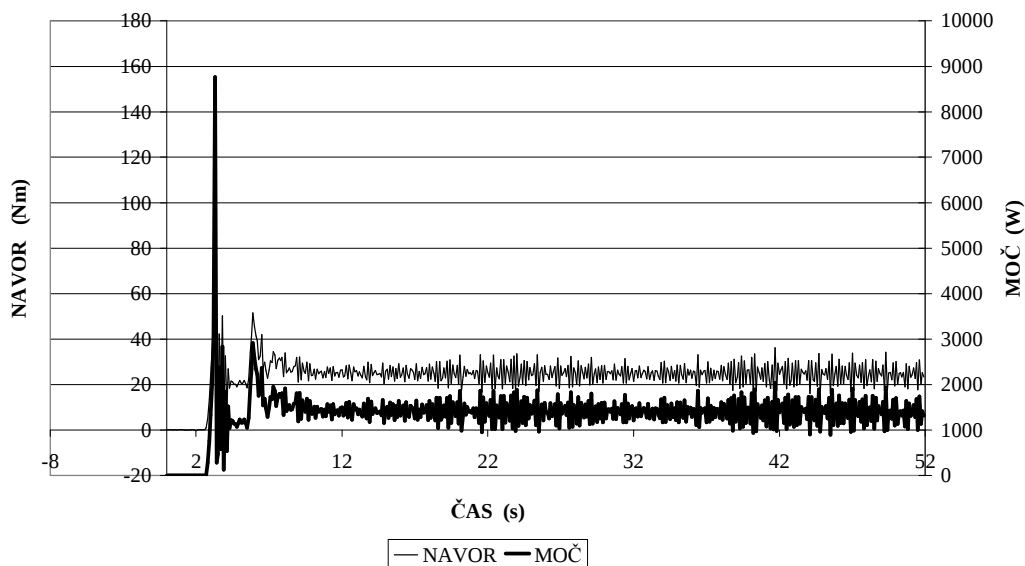
Kakovost stiskanja bal smo ugotavljali z določanjem mase bal in meritvijo njene stisnjenosti. Stisnjenost bal smo ugotavljali na napravi za merjenje stisnjenosti bal oziroma s prirejenim penetrometrom. Penetrometer za ugotavljanje zbitosti bal je sestavljen iz hidravličnega cilindra na katerega smo namestili dinamometer za silo. Na drugi konec dinamometra je bila pritrjena jeklena palica, ki je na koncu imela standardni konus, ki se sicer uporablja pri ugotavljanju specifičnega upora tal. Pomik konusa v samo balo smo merili z inkrementalnim dajalnikom števila vrtljajev, ki je bil nameščen na posebni napravi, ki je linearen pomik spremenil v rotiranje. Stisnjenost bale je predstavljena s specifičnim uporom bale, ki se pojavlja ob prodiranju konusa v balo od zunanega oboda proti sredini bale.

3 Rezultati z diskusijo

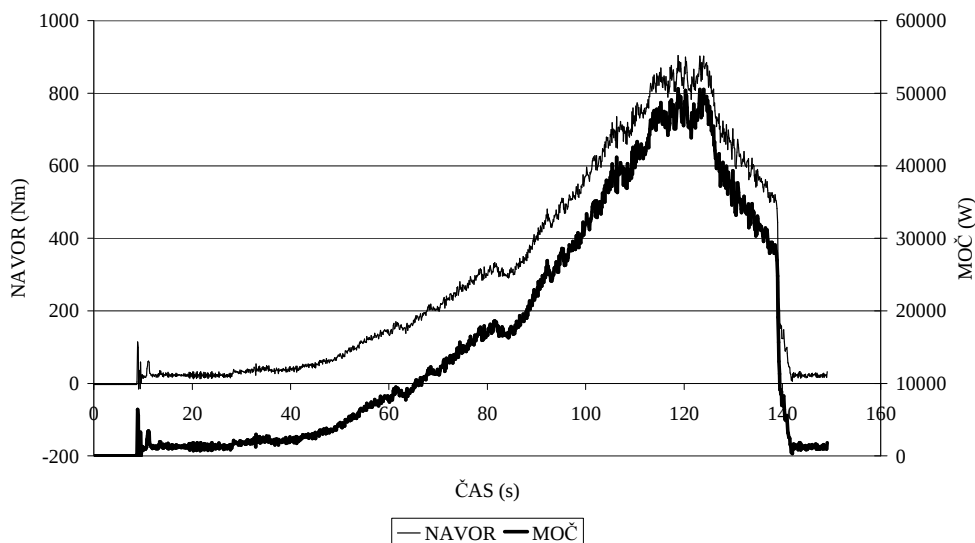
Pri proučevanju porabe energije smo ugotovili, da je povprečni navor pri neobremenjeni stiskalnici 24,9 Nm (vrtenje na prazno), povprečna angažirana moč pri tem pa 1,4 kW (slika 2). Zagonski navor znaša 155 Nm, potrebna zagonška moč pa 8,8 kW. Pri samem pobiranju in stiskanju slame je imela stiskalnica enkrat vključeno, drugič pa izključeno rezalno napravo.

Spreminjali smo tudi hitrost vožnje traktorja (7,1 in 9,5 km/h). Izmerjeni in izračunani rezultati za pogon stiskalnice so prikazani v preglednici 2. Pri delu stiskalnice smo glede na različne obremenitve izmerili maksimalne navor med 903 in 1160 Nm ter ugotovili maksimalno angažirano moč na priključni gredi med 50 in 65 kW.

Iz oscilograma stiskanja (slika 3) je tako vidno, da navor na priključni gredi narašča z deležem mase v komori stiskalnice in doseže največjo vrednost, ko je bala popolnoma formirana. Sledi vezanje bale z mrežo ali vrstico in navor začne upadati. V trenutku, ko se komora odpre in bala pade na tla, se navor povrne na minimalno vrednost (slika 3).



Slika 2: Izmerjen navor in angažirana moč na priključni gredi traktorja za pogon neobremenjene stiskalnice s stalno prostornino



Slika 3: Izmerjen navor in angažirana moč na priključni gredi traktorja za pogon stiskalnice s stalno prostornino. Hitrost vožnje 7,1 km/h, brez vključene rezalne naprave.

Preglednica 2: Izmerjen maksimalen navor in izračunana maksimalna moč za pogon stiskalnice pri različni vozni hitrosti traktorja in vključeni oziroma izključeni rezalni napravi

Hitrost vožnje (km/h)	Vključena rezalna naprava	Maksimalen navor (Nm)	Maksimalna moč (kW)
7,1	NE	903,9	50,6
	DA	1026,9	57,5
9,5	NE	928,8	52,0
	DA	1160,9	65,0

Iz preglednice 2 je razvidno, da se pri hitrosti 7,1 km/h z vključeno rezalno napravo poveča navor in potrebno moč za 13,6 % v primerjavi s stiskanjem bale brez vključene rezalne naprave. Pri večji hitrosti vožnje (9,5 km/h) je ta porast znatno večji in znaša kar 25% več kot, če stiskalnica nima vključene rezalne naprave.

Zaradi rezerve moči pa je priporočljiv dovolj zmogljiv traktor. Za samo premikanje traktorja in stiskalnice je na ravnih tleh po podatkih iz literature potrebno še dodatnih 10–20 kW moči, ob delu na nagibu pa seveda več.

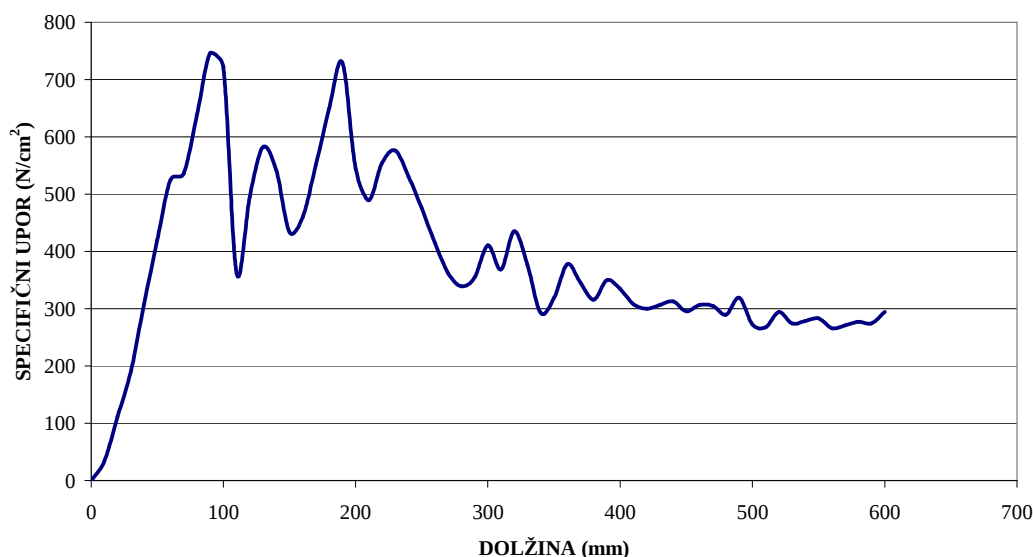
Ugotavljali smo tudi gostoto bal celotne bale in stisnjenost posameznih plasti preko upora, ki jo je nudila stisnjena slama v bali ob prodiranju konice penetrometra. Pred spravilom slame je bila slama z zgrabljalnikom zbrana v zgrabke. Ob spravilu je slama imela povprečno 7,6 % vlage. Povprečna masa slame je bila 1,27 kg suhe snovi na tekoči meter zgrabka.

Uporaba rezalne naprave na stiskalnici v naših razmerah preizkušanja ni vedno pripeljala do večje mase bale. Podobne izkušnje potrjujejo tudi izsledki nekaterih drugih raziskav. Uporaba nožev pa pride prav zlasti za kasnejšo razpustitev bal - razdeljevanje bal, kjer se lahko zmanjša potreben čas tudi za 35% ob znatno lažjem delu. Ob sestavi krmnega obroka pa se razrezana krma lahko natančneje dozira, lažja pa je tudi sama razpustitev bale in mešanje v mešalno krmilni prikolici (Kreih, 2001).

Preglednica 3: Masa, prostornina in gostota svežih bal ter masa in gostota suhih bal glede na vozno hitrost in (ne)delujočo rezalno napravo

Hitrost vožnje (km/h)	Vključena rezalna naprava	Masa bale (kg)	Prostornina bale (m ³)	Gostota bale (kg/m ³)	Masa suhe bale (kg suhe snovi)	Gostota suhe bale (kg/m ³ suhe snovi)
7,1	NE	220	1,931	113,9	188,9	97,8
	DA	214	1,823	117,3	183,8	100,7
9,5	NE	203	1,850	109,7	174,3	94,2
	DA	213	2,013	105,7	182,9	90,8

Gostota bale nam podaja le maso v določeni prostornini, s meritvami stisnjenosti bale pa dobimo posredno tudi gostoto bale po profilu bale od zunanega roba proti središču (pregl 3). Rezultati so prikazani od zunanega ovoja proti notranjosti bale (slika 4). Izmerjeni rezultati nam pokažejo tipično stisnjenost bale stisnjene v stiskalnicah s stalno prostornino komore. Zunanji ovoj bale je relativno zbit, proti sredini bale pa se stisnjenost manjša. Zaradi take konstrukcije imajo bale relativno mehko sredico in trden ovoj. Pri variabilnih komorah je slika drugačna, tam je stisnjenost bale več ali manj enaka od središča bale do zunanega roba (ovoja) bale.



Slika 4: Stisnjenost bale prikazana s specifičnim uporom od zunanjega ovoja proti središču bale

4 Sklepi

Na osnovi rezultatov preizkušanja stiskalnice za valjaste bale s stalno prostornino smo ugotovili, da zaradi konstrukcije stiskalnice, potrebna moč za stiskanje bale narašča pri stiskanju slame do moči 65 kW. Potrebna zagonska moč je 9 kW. Uporaba nožev oziroma rezalne naprave v razmerah našega preizkušanja ni vedno povečala tudi gostote (mase) bale. Prikaz stisnjenosti bale od zunanjega oboda proti notranjosti pa kaže značilen potek za stiskalnice s stalno prostornino.

5 Literatura

- Bisaglia, C. 2005. Tipologie di rotoimballatrici a camera variabile. Informatore Agrario. Edizioni l'Informatore Agrario Srl, Verona, Italy: 61, 19: 53-57
- Gerighausen, H. G. 2004. Wie gleichmaessig ist die Verdichtung?, Profi, 16, 6: 68 – 73
- Gerighausen, H. G., Theisen, G. 2004. Wieviel Kraft braucht der Ballen, Profi, 16, 5: 18 – 23
- Harms, H.H. 1994. Verdichtungstechnik. Landtechnik, 49 (3): 142 – 144
- Jejčič, V., Poje, T. 1997. Ispitivanje preše za valjkaste bale s fiksno komorom. Zbornik 25. međunarodnog simpozija Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Zagreb: Zavod za mehanizaciju poljoprivrede: Agronomski fakultet, s. 215-220,
- Kreich, F.H. Rundballenpressen bestätigen ihre Leistung in der DLG - Gebrauchswertprüfung. <http://www.fat.admin.ch/d/veran/praes/2001/kre2em.pdf#search=%22kreich%20rundballenpressen%22>
- Poje, T. 2006. Eksploatacijske karakteristike preše za okrugle bale. Predavanje na 34. mednarodnem simpoziju Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede, Opatija, 21.-24. feb. 2006.
- Sauter, J., Duerr, L. 2006. Rundballen - Presssysteme. FAT – Berichte Nr.655/2006, Agroscope FAT Taenikon: 8 s.

Indeks avtorjev / Author Index

BARIČEVIČ, Dea	159	KUGONIČ, Nives	210
BAVEC, Franci	135	KURNIK, Blaž	55
BEROVIČ, Marin	284	KUŠAR, Anita	159
BREITSCHUH, Gerhard	17		
		LAKOTA, Miran	130
CELAR, Franci	224	LATKOVIČ, Dragana	118
ČEBULJ, Bernarda	79	LAZNIK, Žiga	232
ČERNE, Mihaela	154	LIPOVEC, Nataša	123
ČOP, Jure	141	LISEC, Anka	193
ČREPINŠEK, Zalika	47, 184	LOBNIK, Franc	193
DOLENŠEK, Marjan	11	MAJER, Dušica	278
DOLNIČAR, Peter	251, 256	MARAS, Marko	251
		MATAJC, Iztok	55
FERANT, Nataša	299	MAVSAR, Martin	85
FLISAR NOVAK, Zita	26	MEGLIČ, Vladimir	251
FRIŠKOVEC Irena	75	MIHELIČ, Rok	193
		MILEVOJ, Lea	224
GERM, Mateja	260	MLADENOV, Novica	105
GLASER, Roman	284	MOMČILOVIČ, Vojislava	112
GODEŠA, Tone	33	MURŠEC, Bogomir	130
GRČMAN, Helena	193		
GREGORI, Andrej	284	OLJAČA, Snežana I.	11
GRK, Gregor	141	OSVALD, Jože	172
GROBELNIK MLAKAR, Silva	135		
		PAHOR, Bojan	284
HRISTOV, Nikola	105	PETELINC, Boštjan	172
JANEŠ, Anja	178	PINTAR, Marina	63, 70
JEJČIČ, Viktor	33	PIVEC, Aleksandra	284
JERIČ, Sonja	154	POHLEVEN, Franc	284
JURŠE-ROGELJ, Helena	154	POJE, Tomaž	33, 303
JUSTIN, Barbara	210	PRUS, Tomaž	193
		PRŽULJ, Novo	112
KAJFEŽ BOGATAJ, Lučka	47, 184		
KARIČ, Lutvija	148	RIŽNAR, Klavdija	284
KARNIČAR, Kristina	141	RUDOLF PILIH, Katarina	147, 247, 251
KASTELEC, Damijana	241	RUPREHT, Janez	193
KAVAR, Tatjana	251		
KOCJAN AČKO, Darja	123	SAGADIN, Matjaž	130
KOGOJ, Jernej	241	SIMČIČ, Marjan	178
KONDIĆ-ŠPIKA, Ankica	105	STAJNKO, Denis	130
KOPUŠAR, Nataša	210	STARČEVIČ, Ljubinko	118
KORPAR, Peter	70	SUHADOLC, Metka	193
KREFT, Ivan	260	SUŠIN, Janez	203, 292
		SUŠNIK, Andreja	55

ŠANTAVEC, Igor	91
ŠEŠERKO, Melita	210
ŠIRCELJ, Helena.....	271
ŠKERBOT, Igor	198
ŠKERBOT, Iris.....	218
ŠKOF, Mojca.....	165
ŠLIBAR, Gregor.....	154
ŠPEH, Natalija.....	210
ŠPORAR, Marjan	193
ŠTUPAR, Barbara	224
ŠUŠTAR-VOZLIČ, Jelka.....	251
TAJNŠEK, Anton.....	91, 135
TRDAN, Stanislav.....	232
UDOVČ, Andrej.....	79
UGRINOVIČ, Kristina.....	165
VADNAL, Katja.....	241
VEBERIČ, Robert	172
VIDENŠEK, David	130
VIDIC, Nataša	193
VIDRIH, Matej.....	141
VIRANT, Majda.....	278
VOMBERGAR, Blanka	260
VOVK KORŽE, Ana.....	265
VRHOVNIK, Davorin.....	75
VRHOVŠEK, Daniel.....	265
VRŠČAJ, Borut	193, 203
VUKAŠINOVIČ, Smiljka.....	148
WEIDEMANN, Torsten.....	17
ZALOKAR, Slavka	154
ZAVŠEK URBANČIČ, Majda.....	41
ZUPAN, Marko	193
ZUPANC, Vesna	63, 70
ŽNIDARČIČ, Dragan.....	148, 178
ŽUST, Ana	184