



Slovensko agronomsko društvo

*Slovenian Society of Agronomy*

# Novi izzivi v agronomiji 2021

PROGRAM SIMPOZIJA  
IN POVZETKI PREDAVANJ

Spletni simpozij 2021



# PROGRAM SIMPOZIJA NOVI IZZIVI V AGRONOMIJI 2021

**Spletni simpozij, 28.–29. januar 2021**

**Četrtek, 28. januar 2021**

9.00 – 11.45 Otvoritev, pozdravni govorji in prva sekcija

**Prva sekcija: Gospodarjenje s tlemi.** Vodja: dr. Rok Mihelič

**Improved soil management to tackle climate change and improve production** / Izboljšano gospodarjenje s tlemi za spopadanje s podnebnimi spremembami in izboljšanje proizvodnje

Pete SMITH

**Dolgoročni učinek različnih kmetijskih praks na zalogu organskega ogljika v njivskih tleh**

Aleš KOLMANIČ, Vida ŽNIDARŠIČ PONGRAC in Jože VERBIČ

**Zaloge organskega ogljika v tleh kmetijskih zemljišč Slovenije – preliminarno poročilo večletnega projekta**

Marjan ŠINKOVEC, Janez BERGANT, Boštjan MALI, Helena GRČMAN in Borut VRŠČAJ

**Gospodarjenje z ogljikom v travniških tleh**

Branko KRAMBERGER in Miran PODVRŠNIK

**Ocena erozije na kmetijskih zemljiščih v Sloveniji**

Borut VRŠČAJ, Peter KASTELIC, Janez BERGANT in Marjan ŠINKOVEC

**Oblikovanje »zelene« strukture instrumentov prihodnje skupne kmetijske politike**

Andrej UDOVČ in Janja RUDOLF

Kratka predstavitev posterjev:

**Mnenje deležnikov o prioritetah raziskav in razvoja zakonodaje za trajnostno gospodarjenje s kmetijskimi tlemi v Sloveniji**

Sara MAVSAR, Jurka LESJAK, Borut VRŠČAJ, Klara REKIČ, Denis STAJNIKO, Helena GRČMAN, Rok MIHELIČ



## Analiza primernosti zemljišč za uvrstitev v trajno varovana kmetijska zemljišča v občini Novo mesto

Anja JAKŠE, Marina PINTAR in Matjaž GLAVAN

## Določanje območij trajno varovanih kmetijskih zemljišč na vodovarstvenih območjih

Andreja INTIHAR, Marina PINTAR in Matjaž GLAVAN

11.45 – 12.15 Odmor za kosilo

12.15 – 13.45 Druga sekcija: **Stročnice**. Vodja: dr. Barbara Čeh

### Izgube zrnja pri žetvi soje (*Glycine max* L.)

Filip VUČAJNK, Igor ŠANTAVEC, Rajko BERNIK, Stanislav TRDAN in Matej VIDRIH

### Vpliv medvrstne razdalje, sorte in dodatne inokulacije semena pred setvijo na morfološke lastnosti rastlin, pridelek ter vsebnost beljakovin in maščob v zrnju soje

Miha SLAPNIK, Darja KOCJAN AČKO in Marko FLAJŠMAN

### Vpliv različnih sistemov obdelave tal na nodulacijo in parametre pridelka soje (*Glycine max* (L.) Merr.)

Sergeja ADAMIČ in Robert LESKOVŠEK

### Pridelek visokega fižola za zrnje v hmeljišču glede na odmerek dušika za dognojevanje in vrsto gnojila

Barbara ČEH in Bojan ČREMOŽNIK

Kratka predstavitev posterjev:

### Potencial in stabilnost pridelka različnih zrnatih stročnic

Aleš KOLMANIČ, Andrej ZEMLJIČ in Janko VERBIČ

### Volčji bob kot trajnostni vir dušika in prehranskih beljakovin

Darja KOCJAN AČKO in Marko FLAJŠMAN

13.45 – 14.00

**Predstavitev sponzorjev**



14.00 – 15.45 Tretja sekcija: **Pridelovanje poljščin.** Vodja: dr. Igor Šantavec

**Vpliv konvencionalne in konzervirajoče obdelave ter direktne setve na zapleveljenost in pridelek ozimne pšenice (*Triticum aestivum L.*)**

Anže ROVANŠEK in Robert LESKOVŠEK

**Učinek uporabe zeolitov na pridelek koruze za zrnje (*Zea mays L.*) v različnih pedoklimatskih razmerah**

Aleš KOLMANIČ

**Uporaba stabilizatorja nitrifikacije N-Lock™ in tehnologije Optynite™ pri gnojenju koruze**

Alojz SREŠ, Rok MIHELIČ, Vid ŽITKO, Robert MATJAŠEC in Darko KEREC

**Prostorska in časovna variabilnost vsebnosti vode v tleh na izbrani njivi, glede na intenzivnost obdelave tal**

Urša PEČAN, Marina PINTAR, Rok MIHELIČ in Damijana KASTELEC

**Vsebnost kanabinoidov in eteričnih olj različnih fenotipov konoplje (*Cannabis sativa L.*) sorte Tiborszallasi**

Marjeta ERŽEN, Iztok Jože KOŠIR, Miha OCVIRK, Samo KREFT in Andreja ČERENAK

Kratka predstavitev posterjev:

**Vpliv gostote sajenja in števila napeljanih poganjkov na pridelek pri novejši sorti hmelja Styrian Eureka**

Barbara ČEH, Monika OSET LUSKAR in Andreja ČERENAK

**LIFE BioTHOP – vpeljava krožnega gospodarstva v hmeljarstvo**

Barbara ČEH, Vesna ŽEPIČ BOGATAJ in Lucija LUSKAR

**Preučevanja učinkovitosti nekaterih novejših sredstev za desikacijo krompirjevke**

Peter DOLNIČAR

**Vpliv postopkov luščenja, brušenja in čiščenja na biokemijsko sestavo različnih vrst žit**

Lovro SINKOVIČ, Aleš KOLMANIČ in Vladimir MEGLIČ



## Pridelek socvetja konoplje glede na agrotehniko pridelave in lokacijo ter vsebnost kanabinoidov glede na čas vzorčenja Barbara ČEH in Bojan ČREMOŽNIK

## Laboratorijski test kalivosti in poljski vznik semena navadne ajde (*Fagopyrum esculentum* Moench) pri različni gostoti setve Lovro SINKOVIČ, Romana RUTAR, Drago ŽITEK in Uroš BENEC

## Vpeljava pridelave ohranjevalnih semenskih mešanic za obnovo degradirane travne ruše na območju Športnega centra Pokljuka Branko LUKAČ, Antoaneta G. KUHAR in Vladimir MEGLIČ

15.45 – 17.00

Četrta sekcija: **Varstvo rastlin**. Vodja: dr. Denis Stajnko

### Rezultati spremeljanja populacije in potencialne možnosti obvladovanja plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii* (Matsumura)) v nasadih malin (*Rubus idaeus* L.)

Magda RAK CIZEJ in Franček POLIČNIK

### Preizkušanje različnih bioinsekticidov za zatiranje koloradskega hrošča

Primož ŽIGON, Marko PETEK, Kristina GRUDEN, Eva PRAPROTKI, Špela MODIC, Uroš ŽIBRAT, Matej KNAPIČ, Peter DOLNIČAR in Jaka RAZINGER

### Uporaba varovalnih posevkov v kombinaciji z entomopatogeno glivo *Metarhizium brunneum* ART2825 za zatiranje strun v krompirju

Eva PRAPROTKI, Lara REINBACHER, Jaka RAZINGER in Giselher GRABENWEGER

Kratka predstavitev posterjev:

### Pridelava koruze na vodovarstvenih območjih z zmanjšano rabo herbicidov in uporabo mehanskih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije

Robert LESKOVŠEK in Peter GSELMAN

### Analiza prodaje in uporabe glifosata v slovenskem kmetijstvu

Robert LESKOVŠEK in Anže ROVANŠEK



## Učinkovitost mehanskih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije v poljskih razmerah

Robert LESKOVŠEK in Anže ROVANŠEK

## Nacionalni akcijski program za integrirano varstvo rastlin (NAP-IVR)

Lovro SINKOVIČ in Gregor UREK

**Petek, 29. januar 2021**

9.00 – 11.15 Peta sekcija: **Genetika in žlahtnjenje.** Vodja: dr. Peter Dolničar

### **Importance of organic breeding**

Dagmar JANOVSKÁ, Gabriela MÜHLBACHOVÁ and Petra HLÁSNÁ ČEPKOVÁ

### **Medvrstni križanci, ki vključujejo nosilce genov *Rf3* kot potencialni viri R linij za pridelavo hibridnega semena pšenice na osnovi D<sup>2</sup> citoplazme**

Primož TITAN

### **Novi sorte pire in njuna biološka vrednost**

Zlata LUTHAR

### **Uporaba DNA markerjev za genetsko identifikacijo navadnega in golega ovsa (*Avena* sp.) pri preverjanju sortne pristnosti**

Barbara PIPAN, Romana RUTAR, Lovro SINKOVIČ in Vladimir MEGLIČ

### **Program ekološkega žlahtnjenja sort krompirja na Kmetijskem inštitutu Slovenije v okviru projekta ECOBREED**

Peter DOLNIČAR, Eva BLATNIK in Vladimir MEGLIČ

### **Zasnova modela za določanje ogroženosti registriranih lokalnih sort**

Kristina UGRINOVIČ in Janko VERBIČ

Kratka predstavitev posterjev:

### **Vzgoja brezvirusnega česna na Kmetijskem inštitutu Slovenije**

Peter DOLNIČAR, Elizabeta KOMATAR in Mojca MARN

### **Ohranitev genskih virov hmelja ob krčitvi poskusnih nasadov IHPS zaradi okužb s CBCVd**

Andreja ČERENAK in Sebastjan RADİŞEK



## Distribucija odpornostnih genov pri križancih navadnega fižola

Barbara PIPAN, Teja KRPAN, Aljoša BREGAR, Lovro SINKOVIČ, Vladimir MEGLIČ, Kristina UGRINOVIĆ in Peter DOLNIČAR

## Uporaba funkcionalnih DNA markerjev za identifikacijo na sušo tolerantnih sort/hibridov koruze

Barbara PIPAN, Lovro SINKOVIČ, Aleš KOLMANIČ, Vladimir MEGLIČ in Uroš ŽIBRAT

## Raznolikost genskih virov grahorja (*Lathyrus sativus L.*)

Lovro SINKOVIČ, Barbara PIPAN, Vida TODOROVIČ, Marina ANTIČ, Aleksandra SAVIČ, Mirjana VASIČ, Creola BREZEANU in Vladimir MEGLIČ

## ECOBREED - Povečanje učinkovitosti in konkurenčnosti ekološkega žlahtnjenja

Vladimir MEGLIČ, Peter DOLNIČAR, Aleš KOLMANIČ, Lovro SINKOVIČ, Barbara PIPAN, Eva BLATNIK, Ana VOJNOVIČ, Primož TITAN in Antoaneta G. KUHAR

11.15 – 11.45

### Predstavitev sponzorjev in projektov EIP

11.45 – 12.15

Odmor za kosilo

12.15 – 13.15 Šesta sekcija: **Tehnika, meteorologija in IKT.** Vodja: dr. Denis Stajnko

## Uporaba pametnih značk za spremljanje meteoroloških podatkov v posevkih soje

Denis STAJNIKO in Mišel PLETERŠEK

## Stanje, vedenje in prenos znanja o informacijsko komunikacijskih tehnologijah (IKT) med kmetijskimi svetovalci v Sloveniji

Anastazija GSELMAN, Denis STAJNIKO, Jurij RAKUN, Tatjana UNUK, Miljan CVETKOVIČ, Alisa HADŽIABULIĆ in Silva GROBELNIK MLAKAR

## Zbiranje klasincev z adaptiranim kombajnom Claas Tucano

Tomaž POJE, Mitja KRAJNC, Klemen KAUČIČ, Anita BREZNIK in Viktor JEJČIČ



Kratka predstavitev posterjev:

**Ekonomski in okoljski vidik porabe rastlinskih hranil in goriva pri pridelavi pšenice in koruze**

Ana HITI, Jure BREČKO in Barbara ZAGORC

**Tehnične možnosti za pridobivanje hladno stiskanega olja**

Tomaž POJE in Viktor JEJČIČ

**Ekonomска učinkovitost metod varstva rastlin z nizkim tveganjem pri pridelavi izbranih zelenjadnic**

Barbara ZAGORC in Maja KOŽAR

**Meteorološka vodna bilanca v obdobju 1961–2020 za izbrane meteorološke postaje v Sloveniji**

Zalika ČREPINŠEK, Lučka KAJFEŽ BOGATAJ, Katarina DOLINŠEK in Tjaša POGAČAR

**Priprava načrta ukrepanja v vročini pri delu v kmetijstvu**

Tjaša POGAČAR, Lučka KAJFEŽ BOGATAJ in Zalika ČREPINŠEK

13.00 – 15.15 Sedma sekcija: **Vrtnarstvo, tla.** Vodji: dr. Barbara Čeh in dr. Igor Šantavec

**Kakovost talne vode v vrtnarski pridelavi na območju plitvih vodonosnikov JV Slovenije**

Vesna ZUPANC, Miha CURK, Damijana KASTELEC, Janko URBANC, Sonja CERAR, Matjaž GLAVAN in Marina PINTAR

**Prekomerna vsebnost kadmija v nekaterih vrtninah**

Eva PANČUR in Marko ZUPAN

**Zagotovitev potreb po dušiku pri pridelavi ekoloških sadik**

Ana SLATNAR, Karin TREBUŠAK in Vesna ZUPANC

**Preizkušanje pridelovanja komarčka (*Foeniculum vulgare L.*) na različnih lokacijah v Sloveniji**

Nataša FERANT



## Karakteristike vinogradov in kakovostni parametri grozdja in vina sorte 'Merlot' na aluvijih in terasah Vipavske doline – preliminarni rezultati za opredelitev vrhunskih leg

Alenka MIHELČIČ, Andreja VANZO, Paolo SIVIOTTI, Borut VRŠČAJ in Klemen LISJAK

## Ozelenjevanje tal v vinogradu v mediteranski klimi

Tanja ZRNEC DROBNJAK, Vesna ZUPANC in Helena GRČMAN

Kratka predstavitev posterjev:

### Žlahtni jagodnjak (*Fragaria ananassa*) kot del poljedelskega kolobarja

Darinka KORON in Nika CVELBAR WEBER

### Pridelovalne lastnosti lokalnih sort solate

Mojca ŠKOF in Kristina UGRINOVIC

15.15 – 16.00

Osma sekcija: **Biogospodarstvo.** Vodja: dr. Rok Mihelič

### Obdelava mikroalg za biostimulacijo kmetijskih rastlin

Lara RESMAN, Primož OVEN, Jani BERTONCELJ in Rok MIHELIČ

### Kakovost komposta iz hmeljevine glede na pristop h kompostiranju

Lucija LUSKAR, Julija POLANŠEK in Barbara ČEH

### Zmanjšanje emisij vonjav iz goveje in prašičje gnojevke z dodatkom biooglja

Nataša BELŠAK ŠEL, Dušan KLINAR, Klavdija RIŽNAR, Žiga ŠVEGELJ, Vid ŽITKO in Rok MIHELIČ

16.00

Zaključek simpozija



Slovensko **agronomsko društvo**

*Slovenian Society of Agronomy*

## Povzetki prispevkov, ki niso kot celotni prispevki objavljeni v zborniku simpozija



## Vpliv gostote sajenja in števila napeljanih poganjkov na pridelek pri novejši sorti hmelja Styrian Eureka

Barbara ČEH<sup>1</sup>, Monika OSET LUSKAR<sup>2</sup> in Andreja ČERENAK<sup>3</sup>

Sorta hmelja Styrian Eureka je bila vpisana na Sortno listo RS v letu 2013. Uporabna je tako za grenčična kot aromatična piva. V različnih tipih piva razvije zelo prijetno tradicionalno hmeljno aromo ali prijetne dišavne note. Odlikuje jo harmonična, srednje intenzivna grenčica. Zaradi odpornosti na verticilijsko uvelost hmelja je primerna za sajenje po opravljeni karantenski premeni. Za sorto je značilno močno izraščanje poganjkov iz korenike (roparski poganjki). Za namen določanja ustrezne gostote nasada (število rastlin/ha) smo v letih 2016 do 2019 v okviru strokovne naloge Introdukcija novih in tujih sort hmelja izvajali poljski poskus v polnorodnem nasadu hmelja (sajen jeseni 2014) pri dveh različnih gostotah nasada (2.770 in 3.200 rastlin/ha). Pri obeh gostotah nasada smo obenem preizkušali tri načine napeljave poganjkov v dveh letih (2018 in 2019), in sicer smo napeljali po 3, 4 ozziroma 5 poganjkov na vodilo. Ostali poganjki se pri napeljavi odstranijo. Poskus je bil zasnovan kot bločni poljski poskus s tremi ponovitvami.

V poskusu je bil pridelek manjši, kot je potencial sorte (2 t/ha). V pridelku hmelja glede na gostoto nasada ni bilo značilne razlike v nobenem letu. V letu 2018 je bil sicer pridelek večji pri manjši gostoti (1.450 kg/ha v primerjavi s 1.280 kg/ha pri večji gostoti nasada), vendar razlika med njima ni bila značilna. Nakazalo se je torej, da tej sorti bolj ustreza manjša gostota nasada (2.770 rastlin/ha) v primerjavi z večjo gostoto (3.200 rastlin/ha), kar je tudi v prid manjšemu številu delovnih ur za ročno obdelavo in ročno oskrbo rastlin ter stroškov za postavitev nasada v prvem letu. Manjša gostota sajenja se kaže kot ustrenejša tudi pri vseh drugih novih slovenskih sortah z močnejšim habitusom.

Pri večji gostoti nasada (3.200 rastlin/ha) je bil v letu 2018 značilno večji pridelek, če smo napeljali po 3 trte na vodilo. V letu 2019 je bil pridelek statistično primerljiv ne glede na število napeljanih poganjkov, vendar se je prav tako pri večji gostoti nasada nakazal največji pridelek pri navijanju treh trt na vodilo. Pri manjši gostoti nasada (2.770 rastlin/ha) je bil tako v letu 2018 kot v letu 2019 pridelek značilno največji, če smo navijali po 5 trt na vodilo, četudi se vse niso povzpeli do vrha žičnice. V času obiranja smo namreč opazili, da je kljub navitemu večjemu številu poganjkov (4–5 trt na vodilo) na koncu do vrha žičnice zraslo manjše število trt. V letu 2019 je imela značilno največji pridelek kombinacija gostote nasade 2.770 rastlin/ha in petih napeljanih poganjkov. Torej je bilo navijanje večjega števila poganjkov pri manjši gostoti v razmerah poskusa smiselno, četudi se vsi ne povzpnejo do vrha žičnice. Poskus navijanja je potrebno ponoviti vsaj še v eni rastni sezoni, da bomo lahko podali natančnejša navodila za prakso.

**Ključne besede:** hmelj, *Humulus lupulus* L., pridelek, napeljava poganjkov, agrotehnika pridelave

<sup>1</sup> Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-naslov: [barbara.ceh@ihps.si](mailto:barbara.ceh@ihps.si)

<sup>2</sup> Univ. dipl. inž. kmet., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [monika.oset-luskar@ihps.si](mailto:monika.oset-luskar@ihps.si)

<sup>3</sup> Izr. prof. dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [andreja.cerenak@ihps.si](mailto:andreja.cerenak@ihps.si)



## The impact of plant density and number of trained shoots on yield in hop cv. Styrian Eureka

Hop variety Styrian Eureka, listed on the Slovenian Variety List in 2013, is dual-purpose variety, used for giving bitter and aroma to the beers; it develops a very pleasant traditional hop aroma or pleasant fragrant notes in different types of beer. It is characterized by a harmonious, medium-intense bitterness. Due to its resistance to verticillium wilt, it is suitable for planting after a quarantine crop-rotation. The varietal characteristic is that many predatory shoots grow from the rhizome.

In order to determine the appropriate plant density (number of plants per hectare) at this variety, in the years 2016 to 2019, within the task Introduction of new and foreign hop varieties, we conducted a field experiment in a full-grown crop field (planted in autumn 2014) at two different planting densities. We have been studying the proper number of trained hop shoots per twine (3, 4 and 5 hop shoots per supporting twine trained in spring) for two years (2018 and 2019). The experiment was conducted as a block field trial in three replications.

There was no significant difference in the yield related to the plant density. However, in the year 2018 a higher yield was indicated at lower plant density (1,450 kg/ha compared to 1,280 kg/ha at higher plant density). In the experiment, the yield was lower than the potential of the variety (2 t/ha). It was shown that the lower plant density (2,770 plants/ha) is more suitable for Styrian Eureka compared to the higher density (3,200 plants/ha), which is also in favour of fewer costs for training (less working hours spent for manual work, lower costs for establishing planting material in the 1<sup>st</sup> year). The lower plant density also appears to be more appropriate for all other new Slovenian hop varieties with a stronger habitus.

With a higher plant density (3,200 plants/ha) in 2018, a significantly higher yield was shown if we trained 3 vines per twine. In 2019, the yield was statistically comparable regardless of the number of trained shoots, but again the highest yield was indicated when 3 vines per twine were trained at a higher plant density. With a lower plant density (2,770 plants/ha), in 2018 and in 2019 the yield was the highest if we trained 5 vines per twine, even if not all of them grew to the top of the trellis. At the time of harvest, namely, we noticed a trend that, despite the larger number of shoots trained (4–5 vines per twine), a smaller number of vines eventually grew to the top of the trellis. In 2019, the combination of plant density 2,770 plants/ha and 5 shoots per guiding twine had the highest yield. Therefore, training of a larger number of shoots at a lower plant density in the experimental conditions made sense, even if they did not climb to the top of the trellis. However, the experiment needs to be repeated in at least one more season so that we can make stronger conclusions.

**Key words:** hop, *Humulus lupulus* L., yield, training, agrotechnology



## LIFE BioTHOP – vpeljava krožnega gospodarstva v hmeljarstvo

Barbara ČEH<sup>4</sup>, Vesna ŽEPIČ BOGATAJ<sup>5</sup> in Lucija LUSKAR<sup>6</sup>

Slovenija je ena izmed najpomembnejših proizvajalk hmelja v svetu. Hmeljarstvo ostaja največja izvozna panoga v slovenskem kmetijstvu in ima velik pomen tudi za razpoznavnost Slovenije v svetu. Vendar ostaja v pridelavi hmelja problem sintetična polipropilenska vrvica, ki se uporablja kot opora za hmelj v času rasti, po obiranju storžkov hmelja pa ostane prepletena s stebli, kar ovira ponovno uporabo hmeljevine. V okviru evropskega projekta LIFE BioTHOP v slovenska hmeljišča zdaj uvajamo novo biorazgradljivo polimerno vrvico, ki se pod ustreznimi pogoji kompostirana razgradi do organske biomase, ogljikovega dioksida in vode, kar predstavlja okolju prijaznejšo alternativo trenutno množično uporabljeni polipropilenki vrvici, ki se v okolju razkraja tudi do 450 let. S ciljem uvedbe krožnega gospodarstva v hmeljarstvo partnerji projekta stremimo k celovitemu izkoristku hmeljevine z njo predelavo v kompost in predelavo v nove bioplastične proizvode v kmetijskem in plastično-embalažnem sektorju.

Na podlagi obsežnih poskusov z 225 tonami hmeljevine izdelujemo tehnološka navodila za pravilno kompostiranje hmeljevine, prepletene z novo vrvico, na kmetijah ter navodila za pridobivanje tehničnih ojačitvenih vlaken za izdelavo biokompozitov. Te materiale s tehnologijo brizganja preoblikujemo v sadilne lončke. Le te bomo uporabili na IHPS kot 100 % biorazgradljive sadilne lončke za sadike hmelja. S tem se bo lahko bistveno zmanjšala količina agro-odpadkov in izboljšala ekonomika na kmetijah. Poleg tega iz vlaknine hmelja izdelujemo tudi 100 % biorazgradljivo embalažo za varni transport elitnih vinskih steklenic.



Demo regija – Spodnja Savinjska dolina s tem postaja primer dobre prakse za vsa pridelovalna območja hmelja na svetu.

**Ključne besede:** projekt LIFE, BioTHOP, hmelj, hmeljevina, bioplastika, krožno gospodarstvo

**Zahvala.** Za sofinanciranje projekta se zahvaljujemo programu LIFE Evropske unije, Ministrstvu za okolje in prostor RS, vsem šestim občinam Spodnje Savinjske doline in Združenju hmeljarjev Slovenije.

<sup>4</sup> Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [barbara.ceh@ihps.si](mailto:barbara.ceh@ihps.si)

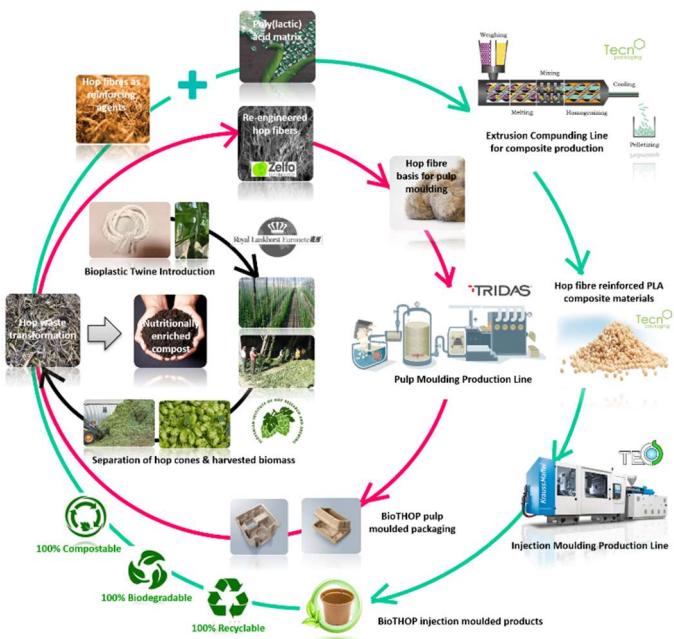
<sup>5</sup> Dr., TECOS – Razvojni center orodjarstva Slovenije, e-pošta: [vesna.zepic.bogataj@tecos.si](mailto:vesna.zepic.bogataj@tecos.si)

<sup>6</sup> Mag. biotehnol., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [lucija.luskar@ihps.si](mailto:lucija.luskar@ihps.si)



## LIFE BioTHOP – introduction of circular economy in hop production

Slovenia is one of the most important hop producers in the World. The hop agricultural sector is the largest exporter in agricultural segment in Slovenia; therefore, it also has a great meaning for Slovenia's international visibility. However, there is a problem with polypropylene twine, which mixed with hop's plant biomass causes problems after harvest, so it cannot be properly composted or recycled, only landfilled. With a European co-funded project LIFE BioTHOP we are introducing a 100 % biodegradable, recyclable and compostable twine into hop field production, as an environmentally friendly alternative to polypropylene twines, which are in use nowadays and which degradation in the nature can take up to 450 years. To fulfil the requirements of the circular economy, the project partners are aiming to use the hop biomass after harvest and, together with this new twine, produce new bioplastic products in horticulture, agricultural and plastic packaging sectors. In macro trials with 225 tons of hop biomass with twine, Slovenian Institute of Hop Research and Brewing performs experiments after harvest providing technological guidelines for proper composting, so the BioTHOP twine will decompose into water, carbon dioxide and organic matter. A technology to reengineer hop waste fibers usable in fiber pulp moulding applications and extrusion compounding transforming processes is being developed, so hop-waste fiber is being transformed into pulp moulded packaging product – 100 % biodegradable bottle trays. Besides, production of hop fiber PLA compounds for injection are being developed. Second generation of plating pots for fast growing seedlings for horticulture, in particular for hop seedlings cultivated by IHPS is already developed by TECOS. Therefore, the agro-waste can be drastically reduced and the economy of the sold agro-waste to bioplastic producers can be increased. The demo region, which is Lower Savinja valley (Slovenia) will be an example of good practice for all hop-growing regions not only in EU but also across the world.



**Key words:** project LIFE, BioTHOP, hops, hop biomass after harvest, bioplastics, circular economy

**Acknowledgement.** The LIFE BioTHOP project has received funding from the LIFE Programme of the European Union. It is co-financed by the Ministry of the Environment and Spatial Planning, municipalities Braslovče, Polzela, Prebold, Tabor, Vransko, Žalec and Association of Slovenian Hop Growers.



## Volčji bob kot trajnostni vir dušika in prehranskih beljakovin

Darja KOCJAN AČKO<sup>7</sup> in Marko FLAJŠMAN<sup>8</sup>

Volčji bob (*Lupinus* spp.) uvrščamo v botanično družino metuljnic (Fabaceae) in agronomsko v skupino zrnatih stročnic. Strupene in grenke snovi v rastlini in zrnju so bile vzrok, da so ga v preteklosti uporabljali v glavnem za izboljševanje rodovitnosti tal. Zaradi trajnostne usmeritve kmetijske politike Evropske unije se v prihodnje kažejo realne možnosti za setev in uporabo volčjega boba, ne le grenkih sort, ki so zaradi bogate olistanosti ustrezne za zeleno gnojenje, ampak tudi rastlin in zrnja požlahtnjениh sladkih sort, kot novega alternativnega vira beljakovin (35–50 %), odpornega škroba in prehranskih vlaknin. Zrnje sladkih sort volčjega boba je tudi brez toplotne obdelave sprejemljivo krmilo za vse vrste in kategorije domačih živali.

V raziskavi smo obravnavali morfološke, fiziološke in agrotehnične posebnosti belega, modrega in rumenega volčjega boba ter vrednotili rezultate sortnega poskusa, ki je bil izveden leta 2019 v Vašah pri Medvodah. Po pridelku zrnja volčjega boba (*Lupinus albus* L.) je izstopala domača bela, grenčična sorta 'Pepe' (2255 kg/ha), ki je bila leta 2020 kot ohranjevalna sorta vpisana na Slovensko sortno listo. Od tujih sladkih sort je dala največji pridelek zrnja (572 kg/ha) sorta belega volčjega boba 'Nelly', pridelek modrega volčjega boba (*Lupinus anagustifolius* L.) sorte 'Sonet' pa je bil 475 kg/ha. Rastne razmere v letu 2019 so bile izrazito nenaklonjene rumenemu volčjemu bobu (*Lupinus luteus* L.) sorte 'Mister' (75 kg/ha).

Ker domnevamo, da so vse tri vrste volčjega boba primerne za setev v Sloveniji, je potrebno s poskusni nadaljevati v smeri rajonizacije vrst in sort glede na vrsto in pH tal ter namen uporabe pridelka, bodisi za zrnje, seno, silažo ali podor. Volčji bob iz domače pridelave bo lokalno pridobljeno beljakovinsko krmilo, ki ga v primerjavi z uvoženimi sojinimi tropinami ne bodo obremenjevale emisije toplogrednih plinov zaradi prevoza, pri čemer je družbeno odgovorno gospodarjenje z naravnimi viri pomembno za trajnostni razvoj.

**Ključne besede:** volčji bob, *Lupinus* spp., vrste, sorte, trajnostni vir dušika, beljakovine v prehrani

<sup>7</sup> Doc. dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, e-pošta: [darja.kocjan@bf.uni-lj.si](mailto:darja.kocjan@bf.uni-lj.si)

<sup>8</sup> Asist. dr., Biotehniška fakulteta Univerze v Ljubljani, e-pošta: [marko.flajzman@bf.uni-lj.si](mailto:marko.flajzman@bf.uni-lj.si)



## Lupins as a sustainable source of biological nitrogen fixation and dietary proteins

Lupins (*Lupinus* spp.) belongs to the botanical family of legumes (Fabaceae) and to the agronomic group of grain legumes. Toxic and bitter substances in the plant and grain have been the reason for lupins to be mainly used as green manure in the past. Due to the sustainable orientation of the agricultural policy of European Union, there are real possibilities for the future use of lupins. For example, bitter varieties that develop a large green biomass can be used for green manure. Sweet varieties, on the other hand, are rising as a new alternative source of protein (35 to 50%), starch and dietary fiber. Grains of sweet lupins are also an acceptable feed for domestic animals that does not require heat pre-treatment. In the field trial, white, narrow-leaved and yellow lupins were studied at morphological, physiological and agrotechnical level. The trial was conducted in 2019 in the village of Vaše near Medvode. The highest seed yield was achieved by the Slovenian variety of white bitter lupin (*Lupinus albus* L.) 'Pepe' (2255 kg/ha), which was included in the Slovenian list of varieties as a conservation variety in 2020. The second highest yield of seed was achieved by the foreign white sweet lupin 'Nelly' (572 kg/ha), followed by the narrow-leaved lupin 'Sonet' (*Lupinus angustifolius* L.) with 475 kg/ha. The lowest seed yield was achieved by yellow lupin (*Lupinus luteus* L.) 'Mister' (75 kg/ha), probably due to the extremely unfavourable growing conditions for yellow lupin in 2019. Since, we assume that all three lupine species are suitable for sowing in Slovenia, the experiments should be continued in the direction of regionalization of species and varieties according to soil type and pH. In addition, the end use of the crop (seed, hay, silage or green manure) should also be considered. Locally produced lupins represent a domestic protein feed that does not produce greenhouse gas emissions from long-distance transportation, as is the case with imported soybean meal. This allows for a socially responsible use of natural resources, which is important for sustainable development.

**Keywords:** lupins, *Lupinus* spp., species, variety, sustainable source of nitrogen, dietary protein



## Potencial in stabilnost pridelka različnih zrnatih stročnic

Aleš KOLMANIČ<sup>9</sup>, Andrej ZEMLJIČ<sup>10</sup> in Janko VERBIČ<sup>11</sup>

Slovenija je neto uvoznica približno 70 % potrebnih količin zrnatih stročnic. Med zrnatimi stročnicami so največje potrebe po soji in sojinih tropinah, kjer uvozimo skoraj vso potrebno količino tropin, ki je večinoma namenjena živinoreji. Glede na omejene njive površine bi največji učinek zmanjšanja odvisnosti od uvoza dosegli s pridelavo stročnic, ki so v naših razmerah najbolj produktivne. V prispevku predstavljamo analizo potenciala in stabilnost pridelave soje, krmnega graha in krmnega boba, ocenjeno iz podatkov sortnih poskusov v Jabljah in Rakičanu v letih 2015–2020. Sortni poskusi so zasnovani kot bločni poljski poskusi s štirimi ponovitvami, tehnologija obdelave tal in varstva rastlin je konvencionalna. Pri izračunih vsot efektivnih temperatur smo za temperaturne prage upoštevali 10 °C pri soji, 4 °C pri grahu ter 0 °C pri bobu. Prikazani pridelki so preračunani na suho snov.

V Jabljah je soja najbolj produktivna stročnica s povprečnima pridelkoma 3936 kg/ha zrnja in 1564 kg/ha beljakovin. Povprečni pridelek beljakovin s sojo je za 266 % in za 258 % večji kot s krmnim grahom in krmnim bobom. Variabilnost pridelkov zrnja in beljakovin v izbranem obdobju je pri soji 26–31 %, pri krmnem grahu 29–23 % in pri krmnem bobu 34–38 %. Pri soji so največji in najbolj stabilni pridelki s sortami zrelostne skupine 00. Potrebna vsota efektivna temperatur je pri soji v povprečju 1182 °C za zelo zgodnje sorte (0000), 1237 °C za zgodnje sorte (000), 1293 °C za srednje zgodnje sorte (00), 1348 °C za srednje zgodnje sorte (0) ter 1421 °C za pozne sorte (I). Za sorte graha je potrebna vsota efektivnih temperatur v povprečju 1129 °C, za sorte boba pa 1805 °C.

V Rakičanu je soja prav tako najbolj produktivna stročnica s povprečnima pridelkoma 3011 kg/ha zrnja in 1120 kg/ha beljakovin. Povprečni pridelek beljakovin s sojo je za 139 % in za 94 % večji kot s krmnim grahom in krmnim bobom. Variabilnost pridelkov zrnja in beljakovin v izbranem obdobju je pri soji 31–32 %, pri krmnem grahu 54–49 % in pri krmnem bobu 46–50 %. Pri soji so največji in najbolj stabilni pridelki s sortami zrelostne skupine 00 in 0. Potrebna vsota efektivna temperatur v Rakičanu je za sojo v povprečju 1049 °C za zelo zgodnje sorte (0000), 1170 °C za zgodnje sorte (000), 1184 °C za srednje zgodnje sorte (00), 1209 °C za srednje zgodnje sorte (0) ter 1240 °C za pozne sorte (I). Za sorte graha je potrebna vsota efektivnih temperatur v povprečju 1153 °C, za sorte boba pa 1734 °C.

Čeprav lokaciji preizkušanja ne odražata vseh pedoklimatskih razmer, v katerih se zrnate stročnice pri nas lahko pridelujejo, pa lahko opazimo velik žlahtniteljski napredek pri sortah soje, ki se odraža v potencialu in stabilnosti pridelka beljakovin v proučevanih letih na teh lokacijah. Med analiziranimi zrnatimi stročnicami sta potencial in stabilnost pridelkov beljakovin z naskokom največji pri sortah soje.

**Ključne besede:** zrnate stročnice, soja, krmni grah, krmni bob, pridelek zrnja, pridelek beljakovin, stabilnost, efektivne temperature

<sup>9</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [ales.kolmanic@kis.si](mailto:ales.kolmanic@kis.si)

<sup>10</sup> Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [andrey.zemljic@kis.si](mailto:andrey.zemljic@kis.si)

<sup>11</sup> Univ. dipl. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [janko.verbic@kis.si](mailto:janko.verbic@kis.si)



## **Yield potential and yield stability of different grain legumes**

Slovenia is a net-importer of grain legumes, so approximately 70% of feed proteins is imported. Among the imported grain legumes, almost all of needed quantities of soybeans and soybean meal are imported and intended for livestock farming. With limited availability of arable land, reducing the dependence on this import suggests growing the most productive grain legumes. This study summarised the analysis of the production potential and stability of soybean, fodder pea and fodder fababean, based on the data from national variety testing in Jablje and Rakičan in the years 2015–2020. Variety experiments are designed as standard block field experiments with four replicates, whereby the soil tillage and plant protection on trials is conventional. For the calculation of growth degree days base temperatures of 10 °C for soybeans, 4 °C for peas and 0 °C for fababean were used. Yields are calculated to the dry matter content.

Soybean is the most productive legume in Jablje with an average of 3936 kg/ha grain yield and 1564 kg/ha of protein yield. The average protein yields of soybean are for 266% and 258% higher as the yields of fodder peas and fababeans. Variability of grain and protein yields in the experiment period was 26–31% for soybean, 29–23% for fodder peas and 34–38% for fababean, respectively. The highest yields and yield stability showed soybean varieties of maturity group 00. Growing degree days for soybeans were on average 1182 °C for very early varieties (0000), 1237 °C for early varieties (000), 1293 °C for medium early varieties (00), 1348 °C for medium early varieties (0) and 1421 °C for late varieties (I). For the varieties of peas and fababeans there was 1129 °C and 1805 °C growing degree days, respectively.

Soybean is also the most productive legume in Rakičan with an average of 3011 kg/ha of grain yield and 1120 kg/ha of protein yield. Yields of grains and proteins of soybean were 139% and 94% higher compared to the yields of peas and fababeans. Variability of grain and protein yields in the period 2015–2020 was 31–32% for soybean, 54–49% for fodder peas and 46–50% for fababean. The highest yields and yield stability showed soybean varieties of maturity group 00 and 0. Growing degree days for soybeans were on average 1049 °C for soybeans for very early varieties (0000), 1170 °C for early varieties (000), 1184 °C for medium early varieties (00), 1209 °C for medium early varieties (0) and 1240 °C for late varieties (I). For the varieties of peas and fababeans the sums of growing degree was 1153 °C and 1734 °C, respectively.

Although the variety testing sites do not reflect all the pedoclimatic conditions, in which grain legumes can be grown in Slovenia, breeding progress in early soybean varieties can be observed significantly. It is reflected in the higher potential of protein yield and stability over the years in these locations. Among the analysed grain legumes the potential and stability of protein yield are the highest with available soybean varieties.

**Key words:** Grain legumes, soybean, fodder peas, fababean, grain yield, protein yield, stability, growing degree days



## Vpliv postopkov luščenja, brušenja in čiščenja na biokemijsko sestavo različnih vrst žit

Lovro SINKOVIČ<sup>12</sup>, Aleš KOLMANIČ<sup>13</sup> in Vladimir MEGLIČ<sup>14</sup>

Žita so že tisočletja temeljna prehrana ljudi, v prehranski piramidi pa izdelki iz žit zavzemajo največji delež. V Sloveniji so v pridelavi različne vrste žit, kot so pira, ječmen in oves, katerih spravilo poteka s pomočjo žitnih kombajnov, s katerimi pri vseh treh vrstah pospravimo neoluščeno zrnje. Plevnato žitno zrno je na splošno zgrajeno iz meljaka, kalčka in plev. Biokemijska sestava zrnja in različnih frakcij pire, ječmena in ovsa je poleg pridelovalnih razmer močno odvisna tudi od tehnoloških postopkov po spravilu, kot so luščenje, brušenje in/ali čiščenje. Za manjše pridelovalce, ki želijo potrošnikom ponuditi očiščena in oluščena cela zrna pire ter obrušena zrna ječmena ali ovsa, ki kot tako že predstavljajo končni prehranski izdelek ali pa surovino za predelavo (npr. mletje v moko), je pogosta težava prav v pomanjkanju tovrstnih naprav. V sklopu projekta Hrana za prihodnost smo na Kmetijskem inštitutu Slovenije v sodelovanju z Kmečkim muzejem Štatenberk (Mokronog, Dolenjska) preverili postopke luščenja, brušenja in čiščenja na osnovi centrifugalne sile za omenjene tri vrste žit. Po izstopu iz bobna so se zrna na sitih presejala v štiri frakcije, od največjih zrn do drobljenca. Postopek je bil kontinuiran ali pa so se zrna ročno vračala v boben do želene stopnje obrušenja. Izplen oluščenih, obrušenih in očiščenih zrn je bil odvisen od vrte žita in je znašal pri piri okoli 63 %, ječmenu 80 % ter ovsu 59 %. Cela neočiščena zrna, posamezne frakcije in pleve smo v nadaljevanju biokemijsko ovrednotili. Določili smo mineralno sestavo, vsebnosti beljakovin in maščob ter beta-glukanov. Rezultati so pokazali pomembne razlike v biokemijski sestavi med različnimi vrstami žit (pira, ječmen, oves) in različnimi frakcijami znotraj posamezne vrste (celo zrno, obrušeno zrno, luska). Poznavanje različnih tehnoloških postopkov za predelavo različnih vrst žit je ključno, da lahko pridelovalci potrošniku ponudijo kakovostne lokalne žitne izdelke in s tem pomembno vplivajo na večjo samooskrbo, ki je trenutno le okoli 70 %.

**Ključne besede:** žita, luščenje, brušenje, elementi, vsebnost proteinov, beta-glukani

**Zahvala.** Raziskava se je izvajala v okviru programa pametne specializacije Hrana za prihodnost (»Food for future« – F4F), ki ga je finančno podprlo MIZŠ (GA no. C3330-16-529005), in v okviru programske skupine Agrobiodiverziteta (P4-0072).

<sup>12</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>13</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [ales.kolmanic@kis.si](mailto:ales.kolmanic@kis.si)

<sup>14</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)



## Influence of husking, grinding and cleaning processes on the biochemical composition of different cereal types

Cereals represent the basis of human nutrition for millennia, and in the food pyramid together with cereal products occupy the largest share. Different types of cereals are produced in Slovenia such as spelt, barley and oats, which are harvested as hulled grains using grain harvesters. Cereal grain is generally composed of germ/embryo, endosperm and hull. Biochemical composition of spelt, barley and oat grains and their fractions, beside growing conditions also strongly depends on technological processes after harvesting such as de-hulling, polishing and/or cleaning. For smaller growers who want to offer consumers cleaned and un-hulled whole grains of spelt and barley or oat groats, which already represent the final food product or raw material for further processing (e.g. milling into flour), a common problem is the lack of such devices. As part of the Food for the Future project, the Agricultural Institute of Slovenia, in cooperation with the Štatenberk Agricultural Museum (Mokronog, Dolenjska) we tested the de-hulling, polishing and cleaning procedures based on centrifugal force for all three cereal gains. After exiting the drum, the grains were sieved into four fractions, from the largest grains to the crushed ones. The process was continuous, or the grains were manually returned to the drum to the desired degree of polishing. The yield of un-hulled, polished and cleaned grains depended on the species, and reached about 63% for spelt, 80% for barley and 59% for oats. Whole crude grains, individual fractions and hulls were bio-chemically analyzed. The elemental composition, protein and fat content and beta-glucans were determined. The results showed significant differences in biochemical composition between different cereal type (spelt, barley, oat) and different factions within each species (whole grain, polished grain, hull). Knowledge of different technological processes for processing different types of cereals is crucial for growers to be able to offer consumers local cereal products and thus have a significant impact on higher self-sufficiency, which is currently only around 70 % in Slovenia.

**Key words:** cereals, de-hulling, polishing, elements, protein content, beta-glucans

**Acknowledgement.** The research was carried out within the program of the smart specialization Food for the Future (F4F), financially supported by the Ministry of Science, Education and Sports (GA no. C3330-16-529005), and within the research program Agrobiodiversity (P4-0072).



## Preučevanje učinkovitosti nekaterih novejših sredstev za desikacijo krompirjevke

Peter DOLNIČAR<sup>15</sup>

V letu 2019 v Evropski uniji in tudi pri nas ni bilo podaljšano dovoljenje za uporabo aktivne snovi dikvat (sredstvi Reglone, Dessicash), ki se je zaradi hitrega delovanja in učinkovitosti množično uporabljala za desikacijo krompirjevke. Za leto 2020 je bilo izdano izjemno dovoljenje za dikvat za uporabo v krompirju, vendar je le še vprašanje časa, kdaj bo njegova uporaba dokončno prepovedana. Uničenje krompirjevke pred spravilom je pomembno zato, ker s tem zmanjšamo količino organske mase ob spravilu, morebitno okužbo gomoljev s krompirjevo plesnijo, v semenskih nasadih zmanjšamo okužbo z virusi, lahko uravnavamo debelino gomoljev ter zmanjšamo poškodbe kožice gomoljev ob spravilu. Možni načini uničenja krompirjevke so kemično uničenje, mehansko uničenje (mulčenje), puljenje krompirjevke in rezanje korenin, požiganje s plamenom in infra-rdečim žarčenjem ter kombinacije požiganja, mehanskega in kemičnega uničenja. Drugi načini uničenja niso tako učinkoviti kot kemični oziroma kombinacije s kemičnimi načini. V tujini so že na voljo tudi nekatere druge aktivne snovi, predvsem zelo učinkovito na stebla krompirjevke deluje aktivna snov carfentrazon-etil (Spotlight Plus), ki v Sloveniji nima dovoljenja za uporabo. V Sloveniji sta imeli v letu 2020 začasno dovoljenje za uporabo pelargonska kislina (Belouhka) in piraflufen etil (Kabuki). Ker večina pridelovalcev v Sloveniji nima na voljo strojev za mehansko ali plinsko uničevanje krompirjevke, so odvisni od dostopnih desikantov. V letu 2020 smo zato na polju v Jabljah zasnovali poskus z uporabo različnih kombinacij in koncentracij desikantov: Reglone 4 l/ha, Kabuki 0,8 l/ha, Kabuki 2 x 0,4 l/ha, Belouhka 16 l/ha, Spotlight plus 1,6 l/ha, Spotlight plus 1 l/ha, kombinacija Reglone 2 l/ha + Spotlight plus 1 l/ha (po enem tednu) ter neškropljena kontrola. Vsa obravnavanja so bila v začetku julija škropljena v dveh ponovitvah na 10 različnih sortah krompirja od najzgodnejših do najpoznejših, s čemer smo ujeli vse fenološke faze od popolnoma zelenih rastlin v polni rasti do skoraj dozorelih rastlin pri zgodnjih sortah. Predstavljeni so preliminarni rezultati prvega leta preskušanja. Pokazalo se je, da nobeno novo preskušano sredstvo v samostojni rabi ne dosega učinkovitosti Reglona. Še najboljše je delovalo sredstvo Spotlight plus, ki pa ni najbolje delovalo na liste, zato bi priporočali njegovo uporabo v kombinaciji z mulčenjem. Belohka po učinkovitosti ni dosegala Reglona niti po času niti kakovosti desikacije. Ne glede na način aplikacije je bil daleč najmanj učinkovit Kabuki, ki je kazal nekaj učinka le na rastlinah ob dozorevanju. Kot najbolj učinkovita se je pokazala uporaba kombinacije Reglone 2 l/ha + Spotlight plus 1 l/ha, ki je bila celo bolj učinkovita od samega Reglona. Edino z njo smo dosegli popolno uničenje krompirjevke tudi na zelenih nasadih v bujni rasti.

**Ključne besede:** desikacija krompirjevke, učinkovitost, Reglone, Spotlight plus, Belouhka, Kabuki

**Zahvala.** Poskus je bil delno izveden v okviru Javne službe v poljedelstvu, ki ga financira Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKG).

<sup>15</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [peter.dolnicar@kis.si](mailto:peter.dolnicar@kis.si)



## Studying the effectiveness of some newer potato desiccation agents

The use of the active substance diquat (Reglone, Dessimash), which was in use for desiccation of potato haulm due to its fast action and efficiency, was not extended in the European Union and in Slovenia in 2019. An exceptional permit for diquat for use in potatoes has been issued for 2020, but it is only a matter of time before its use will be finally banned. Destruction of potato haulm before harvest is important because with this measure, we can reduce the amount of organic matter at harvest, possible infection of tubers with potato late blight, it reduces infection with viruses in seed potato, and we can regulate the tuber size and reduce damage of tuber skin at harvest. Possible ways of potato vine killing are chemical destruction, mechanical destruction (mulching), potato pulling and root cutting, burning with flame and infrared radiation, and a combination of burning, mechanical and chemical destruction. Other methods of destruction are not as effective as chemicals and combinations with chemical means. Some other active substances are already available abroad, especially the active substance carfentrazone-ethyl (Spotlight Plus), which is not licensed for use in Slovenia and acts very effectively on potato stems. In 2020, pelargonium acid (Belouhka) and pyraflufen ethyl (Kabuki) were temporarily licensed for use in Slovenia. Since most growers in Slovenia do not have equipment for mechanical or gas destruction of potato haulm, they depend mainly on desiccants available on the market. In 2020, we designed an experiment in the field in Jablje using different combinations and concentrations of desiccants: Reglone 4 l / ha, Kabuki 0.8 l / ha, Kabuki 2 x 0.4 l / ha, Belouhka 16 l / ha, Spotlight plus 1.6 l / ha, Spotlight plus 1 l / ha, combination Reglone 2 l / ha + Spotlight plus 1 l / ha (after one week) and untreated control. All treatments were sprayed in early July in 10 replicates on 10 different potato varieties from the earliest to the latest ones, thus capturing all phenological phases from fully green plants in full growth to nearly mature plants at early varieties. Preliminary results of the first year of testing are presented. It has been found out that none of the new desiccants tested alone achieves the efficacy of Reglon. Spotlight plus worked well, but it didn't work best on leaves, so we could recommend using it in combination with mulching. Belohka did not reach Reglon in terms of efficiency, nor in terms of time as desiccation quality. By far the least effective was Kabuki, regardless of the method of application, which showed some effect only on maturing plants. The use of the combination Reglone 2 l / ha + Spotlight plus 1 l / ha was even more efficient than Reglon itself and proved to be the most effective. Only with it did we achieve the complete destruction of potato haulm even on green crops in full growth.

**Key words:** potato haulm desiccation, efficiency, Reglone, Spotlight plus, Belouhka, Kabuki

**Acknowledgement.** The experiment was carried out in part within the Public Service in Agriculture, funded by the Ministry of Agriculture, Forestry and Food (MAFF).



## Učinkovitost mehanskih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije v poljskih razmerah

Robert LESKOVŠEK<sup>16</sup> in Anže ROVANŠEK<sup>17</sup>

Zmanjšanje odvisnosti od kemičnih fitofarmacevtskih sredstev in varovanje naravnih virov predstavlja pomemben cilj skupne evropske kmetijske politike. V okviru CRP projekta "Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevela kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere" smo med leti 2018 in 2020 izvedli več poljskih poskusov. V njih smo preučevali različne strategije in ukrepe nekemičnega uravnavanja plevelne vegetacije s ciljem ugotavljanja njihove izvedljivosti in učinkovitosti v poljskih poskusih. Naši rezultati so pokazali, da je za jesensko in spomladansko česanje po vzniku ozimnih žit značilna velika variabilnost doseženih rezultatov, pri čemer v nobenem od treh izvedenih poskusov nismo presegli 20 % zmanjšanja številčnosti plevelne populacije. Boljše rezultate smo dosegli pri kombinaciji česanja in slepe setve, kjer smo ugotovili 55 % manjšo gostoto plevela kot na kontrolni površini sejani v optimalnem roku brez izvedene slepe setve. V pridelavi koruze smo v enem od poskusov z dvakratnim okopavanju pa 55 % manj suhe biomase plevela v primerjavi s površino, kjer plevela nismo zatirali. Z mehanskimi ukrepi smo podobno učinkovitost kot z uporabo herbicida v koruzi dosegli šele z zelo intenzivnim pristopom mehanskega zatiranja plevela (pet prehodov), kjer smo dosegli preko 90 % zmanjšanje suhe plevelne biomase. Doseženi rezultati mehanskega zatiranje plevela so precej raznoliki, kar nakazuje na zahtevnost tehnoloških opravil in velik vpliv tipa tal, vremenskih razmer in razpoložljive mehanizacije. Dejanska učinkovitost posameznih mehanskih ukrepov v pridelavi ozimnih žit je majhna in tudi bolj intenzivne strategije niso primerljivi z uporabo herbicidov. Boljše rezultate smo dosegli v pridelavi koruze, kjer je z večjo frekvenco izvajanja mehanskih ukrepov možno ustrezno zmanjšati plevelno populacijo na raven, ki je blizu standardni uporabi herbicidov. Naši rezultati nakazujejo, da je učinkovitost strategij, ki v celoti temelji na mehanskem zatiranju plevela spremenljiva. Glede na trenutno stanje na slovenskih kmetijah je porabo herbicidov na kratek rok najbolj smiselno zmanjševati s kombinacijo zmanjševanja odmerkov herbicidov in mehanskih ukrepov zatiranja plevela.

**Ključne besede:** mehansko zatiranje plevela, česanje, okopavanje, herbicid, ozimna žita, koruba

<sup>16</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [robert.leskovsek@kis.si](mailto:robert.leskovsek@kis.si)

<sup>17</sup> Mag. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [anze.rovansek@kis.si](mailto:anze.rovansek@kis.si)



## Mechanical weed control and their efficacy in real field conditions

One of the most important goal of the Common European Agricultural Policy is to reduce reliance on pesticides by adopting strategies with less impact on human health and environment. Within the CRP project "Review and selection of the most appropriate non-chemical methods for weed control as a substitute for the use of glyphosate and other herbicides in Slovenian conditions" several field trials were conducted between 2018 and 2020 for determining the feasibility and effectiveness of different non-chemical weed control measures. Results of experiments in winter cereals showed that the autumn and spring post emergence tine harrowing was characterized by high variability and low efficacy, with none of the three experiments exceeding 20 % reduction of weed density. Substantially better results were obtained in the strategy with false seedbed and delayed drilling with a 55 % lower weed density compared to the control plot, drilled at the optimal sowing period. In maize trial, a 66 % of weed biomass reduction was observed with two post emergence harrowing passes while two finger weeding resulted in 55 % less dry weed biomass before maize harvest. Similar effect to the standard recommended herbicide rate application was achieved only with a very intensive mechanical weed control approach, including additional seedbed preparation, two harrow passes and two hoeing operations. In this five-pass strategy, over 90 % dry weed biomass reduction was achieved. The results of mechanical weed control obtained in field experiments are extremely variable and the outcome is greatly influenced by soil type, weather conditions and available machinery. The level of weed control obtained in the real field condition of winter cereal production was low and even with a more intensive approach results comparable to the herbicide application-based strategy were not achieved. Better results were observed in maize production, where very intensive mechanical weed control strategy resulted in the comparable results to the standard herbicide approach. Our results indicate that strategies based entirely on mechanical weed control are highly variable and often result in significantly reduced level of weed control. In current situation on Slovenian farms, short-term aim in significant herbicide reduction could be achieved only by implementation of strategies and tools with reduced herbicide rates combined with mechanical weed control.

**Key words:** mechanical weed control, harrowing, hoeing, reduce herbicide rates, winter cereal, maize production



## Uporaba dosevkov v kombinaciji z entomopatogeno glivo *Metarhizium brunneum* ART2825 za zatiranje strun v krompirju

Eva PRAPROTKNIK<sup>18</sup>, Lara REINBACHER<sup>19</sup>, Jaka RAZINGER<sup>20</sup> in Giselher GRABENWEGER<sup>21</sup>

Dosevki so posevki, ki jih gojimo predvsem v korist tal. Domnevamo, da lahko v kombinaciji z entomopatogenimi glivami (EPG) kaleča semena dosevkov delujejo privabilno za talne škodljivce, zaradi česar se le-ti dalj časa zadržujejo v rizosferi dosevkov in so posledično bolj izpostavljeni glivnemu tretmaju. Namen naše raziskave je bil preučiti, ali kvaliteta razpoložljive hrane vpliva na dovzetnost strun na okužbo z EPG in posledično na učinkovitost strategije zatiranja strun s talnim nanosom EPG, pri čemer upoštevamo, da imajo različni dosevki potencialno različno prehransko vrednost za strune. Poskus se je hkrati izvajal v Sloveniji (SLO) in v Švici (CH). Avgusta 2019 smo na njivo vdelali na ječmenova semena formulirano entomopatogeno glivo *Metarhizium brunneum* ART2825, čez pa smo posejali različne vrste dosevkov, in sicer oljno redkev *Raphanus sativus* subsp. *Oleiferus* (Stokes) Metzg., aleksandrijsko deteljo *Trifolium alexandrinum* L. in mešanico več rastlinskih vrst (peščeni oves *Avena strigosa* Schreb., aleksandrijska detelja, abesinska gizotija *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. in vraticevolistna facelija *Phacelia tanacetifolia* Benth.). Poskusna zasnova so bili naključni bloki s šestimi obravnavanjemi: (1) kontrola 1 – gola tla brez glive, (2) gola tla + *M. brunneum*, (3) oljna redkev + *M. brunneum*, (4) aleksandrijska detelja + *M. brunneum*, (5) mešanica vrst + *M. brunneum*, (6) kontrola 2 – mešanica vrst brez glive. Marca 2020 so bili posevki zorani in posajen je bil krompir sorte Savinja (SLO) in Agria (CH). Učinkovitost zatiranja strun s talnim nanosom EPG smo ocenili posredno preko štetja izvrtin v gomoljih krompirja, ki so nastali zaradi prehranjevanja strun. Tekom leta smo spremljali tudi koncentracijo glive rodu *Metarhizium* v tleh. Povprečno število poškodovanih gomoljev v kontroli 1 je bilo  $22 \pm 6,08\%$  (SLO) in  $23,78 \pm 12,30\%$  (CH), v obravnavanju gola tla + *M. brunneum*  $21,6 \pm 19,31\%$  (SLO) in  $22,23 \pm 5,64\%$  (CH), oljna redkev + *M. brunneum*  $14,8 \pm 11,10\%$  (SLO) in  $19,42 \pm 6,44\%$  (CH), aleksandrijska detelja + *M. brunneum*  $18,2 \pm 8,70\%$  (SLO) in  $17,99 \pm 12,05\%$  (CH), mešanica vrst + *M. brunneum*  $27,8 \pm 12,54\%$  (SLO) in  $22,49 \pm 5,01\%$  (CH) in v kontroli 2 je bilo  $23,4 \pm 14,21\%$  (SLO) in  $28,58 \pm 10,48\%$  (CH). Post hoc Tukey test je pokazal, da oljna redkev + *M. brunneum* statistično značilno zmanjšata število poškodovanih gomoljev v primerjavi s kontrolo 1 in mešanico vrst + *M. brunneum* (SLO), ter da oljna redkev + *M. brunneum*, aleksandrijska detelja + *M. brunneum* in gola tla + *M. brunneum* statistično značilno zmanjšajo število poškodovanih gomoljev v primerjavi s kontrolo 2 (CH). Dodatno pa tudi lokacija blokov statistično značilno vpliva na rezultate, saj je standardna deviacija med posameznimi bloki visoka, kar sovpada z dejstvom, da so strune navadno neenakomerno razporejene na polju, zaradi česar so poljski poskusi ocenjevanja škode, ki jo povzročajo talni škodljivci, še kompleksnejši.

**Ključne besede:** *Agriotes* spp., biotično varstvo, entomopatogene glive, ekološka pridelava, krompir, strune, varovalni posevek

<sup>18</sup> Mag. var. nar., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [eva.praprotnik@kis.si](mailto:eva.praprotnik@kis.si)

<sup>19</sup> Mag., Agroscope, Ecological Plant Protection in Arable Crops, Research Division Plant Protection, Zurich, Switzerland, e-pošta: [lara.reinbacher@agroscope.admin.ch](mailto:lara.reinbacher@agroscope.admin.ch)

<sup>20</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [jaka.raizinger@kis.si](mailto:jaka.raizinger@kis.si)

<sup>21</sup> Dr., Agroscope, Ecological Plant Protection in Arable Crops, Research Division Plant Protection, Zurich, Switzerland, e-pošta: [giselher.grabenweger@agroscope.admin.ch](mailto:giselher.grabenweger@agroscope.admin.ch)



## Utilization of cover crops in combination with entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum* ART2825 for wireworm management in potato

Cover crops are grown primarily for soil benefit. However, we hypothesize that, in combination with entomopathogenic fungi (EPF), germinating seeds of cover crops could have a luring effect on soil pests and could impact the insect community. As a result, pests would stay longer in the rhizosphere of cover crops and would be more exposed to fungal treatment. The aim of our study is to examine whether the quality of available food affects the susceptibility of wireworms to fungal infection and thus assess the effectiveness of a wireworm management strategy with EPF application, taking into account that various cover crops have potentially diverse nutritional value for wireworms. The experiment was performed in Slovenia (SLO) and Switzerland (CH). In August 2019, we applied entomopathogenic fungus *Metarhizium brunneum* ART2825 to the field, formulated as fungus colonized barley kernels. Various types of cover crops were sown, namely the oilseed radish *Raphanus sativus* subsp. *Oleiferus* (Stokes) Metzg., egyptian clover *Trifolium alexandrinum* L. and a mixture of several plant species (black oat *Avena strigosa* Schreb., egyptian clover, niger seed *Guizotia abyssinica* (L.f.) Cass. and lacy phacelia *Phacelia tanacetifolia* Benth.). The experimental design was randomized blocks with six treatments: (1) control 1 – bare soil without fungus, (2) bare soil + *M. brunneum*, (3) oilseed radish + *M. brunneum*, (4) egyptian clover + *M. brunneum*, (5) mixture of species + *M. brunneum*, (6) control 2 – mixture of species without fungus. In March 2020, the crops were ploughed and potatoes of the Savinja (SLO) and Agria (CH) varieties planted. The effectiveness of wireworm management with EPF soil application was assessed indirectly via counting of wireworm feeding tunnels in potato tubers. The concentration of the fungus of the genus *Metarhizium* in the soil was monitored during the trial as well. The average number of damaged tubers was  $22 \pm 6.08\%$  (SLO) and  $23.78 \pm 12.30\%$  (CH) for control 1,  $21.6 \pm 19.31\%$  (SLO) and  $22.23 \pm 5.64\%$  (CH) for bare soil + *M. brunneum*,  $14.8 \pm 11.10\%$  (SLO) and  $19.42 \pm 6.44\%$  (CH) for oilseed radish + *M. brunneum*,  $18.2 \pm 8.70\%$  (SLO) and  $17.99 \pm 12.05\%$  (CH) for egyptian clover + *M. brunneum*,  $27.8 \pm 12.54\%$  (SLO) and  $22.49 \pm 5.01\%$  (CH) for mixture of species + *M. brunneum* and  $23.4 \pm 14.21\%$  (SLO) and  $28.58 \pm 10.48\%$  (CH) for control 2. Tukey's post-hoc test showed that oilseed radish + *M. brunneum* significantly reduced the number of damaged tubers compared to control 1 and a mixture of species + *M. brunneum* in Slovenian field, and oilseed radish + *M. brunneum*, egyptian clover + *M. brunneum* and bare soil + *M. brunneum* significantly reduced the number of damaged tubers compared to control 2 in Swiss field. Also the location of the block has a significant effect on the results, as the standard deviation between individual blocks is high, confirming the fact that wireworms are usually unevenly distributed in the field, which makes studies of assessing the damage caused by soil pests even more complex.

**Key words:** *Agriotes* spp., biological control, cover crop, entomopathogenic fungi, organic farming, potatoes, wireworm



## Analiza prodaje in uporabe glifosata v slovenskem kmetijstvu

Robert LESKOVŠEK<sup>22</sup> in Anže ROVANŠEK<sup>23</sup>

V zadnjih 20 letih je v celotni Evropi in tudi Sloveniji prisoten trend upadanja prodaje skupnih količin herbicidov, prodaja in raba glifosata pa se v zadnjem obdobju povečujeta. Tako se je povprečna količina prodanega glifosata (ton aktivne snovi) v Sloveniji z 78 ton med letoma 2007 in 2013 povečala na skupaj 84 ton prodanega glifosata med letoma 2014 in 2018. Naraščajoč trend prodaje glifosata je verjetno posledica njegove uporabe za uravnavanje vegetacije ob cestni infrastrukturi, kakor tudi uvajanja poljedelskih praks z manjo intenzivnostjo obdelave tal.

V okviru CRP projekta "Preučitev in predlog izbora najprimernejših nekemičnih metod zatiranja plevela kot nadomestilo za uporabo glifosata in drugih herbicidov za slovenske razmere" smo s pomočjo uradno dostopnih javnih podatkov analizirali prodajo in porabo glifosata v Sloveniji. Po podatkih Statističnega urada RS znaša evidentiran delež porabe glifosata v kmetijski proizvodnji približno 10 % njegove celotne prodane količine. Za vzdrževanje železniške in cestne infrastrukture se porabi približno 7 % prodane količine glifosata, medtem ko za veliko večino (83 %) prodanega glifosata v Sloveniji nimamo uradnih podatkov o njegovi rabi. Po uradnih podatkih se v kmetijstvu največ glifosata (67 %) porabi v vinogradništvu, sledi sadjarstvo z 28 %, medtem ko se 4 % glifosata porabi pri pridelavi žit. Drugih podatkov o porabi glifosata v kmetijske in nekmetijske namene iz uradnih evidenc ni mogoče pridobiti. V okviru projekta smo dodatne podatke o porabi glifosata v kmetijstvu pridobili s pomočjo posebej zasnovanih anket za poljedelstvo, vinogradniško in sadarsko proizvodnjo. Analiza 140 anket je pokazala, da je uradni podatek o porabi glifosata pri nas podcenjen in je njegova dejanska poraba v kmetijstvu precej večja. Struktura rabe je po naših podatkih zelo podobna uradnim podatkom, kjer se največ glifosata porabi v vinogradništvu, sledita mu sadjarstvo in poljedelstvo. Ne glede na vrsto proizvodnje praktično vsa velika kmetijska gospodarstva pri nas uporablajo glifosat, medtem ko je delež uporabnikov glifosata na manjših posestvih precej manjši. Na vprašanje o vplivu morebitne splošne prepovedi uporabe glifosata v Sloveniji na kmetovanje je večina anketiranih kmetijskih pridelovalcev menila, da se jim bodo pomembno zvišali stroški in zapleveljenost ter povečala raba alternativnih herbicidov.

**Ključne besede:** herbicidi, prodaja, uporaba, glifosat, vinogradništvo, sadjarstvo, poljedelstvo

<sup>22</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [robert.leskovsek@kis.si](mailto:robert.leskovsek@kis.si)

<sup>23</sup> Mag. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [anze.rovansek@kis.si](mailto:anze.rovansek@kis.si)



## Analysis of glyphosate sales and use in Slovenian agriculture

In the last 20 years, herbicide sales in Europe as well in Slovenia is declining, while glyphosate sales and consumption have been steadily growing in this period. Thus, the average glyphosate sales (tons of active ingredient) in Slovenia increased from 78 tons between 2007 and 2013 to 84 tons of the total glyphosate sales between 2014 and 2018. Increasing trend of glyphosate sales is probably due to the use of glyphosate for vegetation management along road infrastructure, as well as the introduction of agricultural practices with decreased tillage intensity.

Within the CRP project "Review and selection of the most appropriate non-chemical methods for weed control as a substitute for the use of glyphosate and other herbicides in Slovenian conditions", glyphosate sales and consumption in Slovenia was analysed using officially available public data. According to the Statistical Office of the Republic of Slovenia, only 10% of the total glyphosate sales in Slovenia is being used in the agricultural production. About 7% of the glyphosate sales is used for the maintenance of railway and road infrastructure, while 83% glyphosate sales in Slovenia is not covered by official data. Within the agricultural sector, most glyphosate (67%) is used in viticulture, 28% in fruit growing sector and 4% in cereal production. Other data on glyphosate consumption for agricultural and non-agricultural purposes cannot be obtained from official records. As part of the project, additional glyphosate consumption data for agriculture was collected using specifically designed surveys for arable, viticulture and fruit production. The analysis of 140 surveys for three production sectors showed, that the official data on glyphosate use in our country is underestimated and the actual agricultural consumption is much higher. According to our results, the structure of glyphosate consumption is very similar to the official data, whereas the most glyphosate was used in viticulture, followed by the fruit and arable production sector. Regardless of the agricultural production type, practically all large farms in Slovenia use glyphosate, while the proportion of users is much lower on smaller properties. When asked about the impact of possible general ban on the use of glyphosate in agricultural production, most of the surveyed farmers replied that their costs and weed infestation will significantly increase and that majority of farmers will switch to alternative herbicide options.

**Key words:** herbicides, glyphosate, sale, use, viticulture, fruit, arable production



## Nacionalni akcijski program za integrirano varstvo rastlin (NAP-IVR)

Lovro SINKOVIČ<sup>24</sup> in Gregor UREK<sup>25</sup>

Glavna naloga slovenskega kmetijstva je pridelava varne in kakovostne hrane ter zagotavljanje ustrezne ravni samooskrbe. Fitofarmacevtska sredstva (FFS) so pomembna pri zagotavljanju pridelave hrane, saj z njimi varujemo kmetijske proizvode/pridelke pred številnimi škodljivimi organizmi. Pravna podlaga za nacionalni akcijski program (NAP) je določena v Direktivi EU 2009/128/ES, ki je bila v slovensko zakonodajo prenesena z Zakonom o FFS (št. 83/12), in Pravilnikom o integriranem zatiranju škodljivih organizmov oziroma varstvu rastlin (št. 43/14), sprejetim na ravni EU. Cilj nacionalnega akcijskega programa je zmanjšanje tveganj zaradi uporabe FFS za zdravje ljudi in okolje, s posebnim poudarkom na integriranem varstvu rastlin (IVR) in sodobnih pristopih ter tehnikah varstva rastlin, da se zmanjša uporaba FFS. Ukrepi temeljijo na osmih temeljnih načelih integriranega varstva rastlin, ki med drugim zajemajo preventivne ukrepe, spremjanje škodljivih organizmov, vpeljavo nekemičnih metod varstva rastlin, ciljno rabo FFS itd. NAP predstavlja podlago za sistematično izvajanje nalog IVR, ki so združene v pripravi smernic IVR (npr. čebulnice, solatnice, kapusnice, stročnice); izdelavi in posodabljanju spletnega mesta IVR; preučevanju izbire FFS; uvajanju različnih orodij/metod za obvladovanje odpornosti škodljivcev na FFS; metodah varstva rastlin z nizkim tveganjem; sistematičnemu spremjanju in zatiranju plevelov v kmetijski pridelavi; svetovanju pridelovalcem, da sami spremljajo pojav škodljivcev in vodijo evidence o sprejetih ukrepih; usposabljanju kmetijskih svetovalcev in pridelovalcev; neprestanemu posodabljanju priporočil za obvladovanje novih gospodarsko pomembnih škodljivcev; sodelovanju v delovnih skupinah Mednarodne organizacije za biološki nadzor (IOBC) in oblikovanju predlogov za celostno zasnovano izvajanja IVR.

**Ključne besede:** škodljivci, IVR, fitofarmacevtska sredstva, NAP

**Zahvala.** Prispevek je del strokovnega dela v okviru Nacionalnega akcijskega načrta - integrirano zatiranje škodljivcev, ki ga finančno podpirata Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR) in Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano (MKGP).

<sup>24</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>25</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [gregor.urek@kis.si](mailto:gregor.urek@kis.si)



## National action program for integrated plant protection (NAP-IPM)

The main task of Slovenian agriculture is the production of safe and quality food and ensuring an adequate level of self-sufficiency. Plant Protection Products (PPPs) are important in ensuring food production, as they protect agricultural products/crops from harmful organisms. The legal basis for the National Action Program (NAP) is set out in EU Directive 2009/128/EC, which was transposed into Slovenian law by the PPP Act (No. 83/12) and the rules on Integrated Pest Management (IPM) (No. 43/14) adopted at the EU level. The NAP aims to reduce the risks from the use of PPPs for human health and the environment, with particular emphasis on IPM and alternative plant protection approaches and techniques in order to reduce the use of PPPs. The measures are based on eight general IPM principles, which include preventive measures, monitoring of harmful organisms, introduction of non-chemical methods of plant protection, targeted use of PPPs, etc. NAP for the establishment of a systemic approach in the field of general IPM principles combining different tasks: preparation of specific guidelines (e.g. *Alium*, *Brassica*, *Phaseolus*, lettuce species); creating and updating the IPM website; studying the choice of PPP; introduction of various tools/methods for managing the resistance of pests on PPPs; non-chemical methods of plant protection and low-risk PPP; systematic monitoring and control of weeds in agricultural production; develop a model of advice for the growers to monitor the occurrence of the pests and to keep records of the IPM taken measures; training of agricultural advisors and producers on IPM principles and solutions; updating recommendations for managing new economically important pests with the IPM principles; participation in the working groups of the International Organization for Biological Control (IOBC); and proposal for an integrated design of the IPM implementation.

**Key words:** pests, IPM, plant protection products, NAP

**Acknowledgement.** This contribution is a part of the expert work under National action plan - integrated pest management, which is financially supported by the Administration of the Republic of Slovenia for Food Safety, Veterinary Sector and Plant Protection, and the Ministry of Agriculture, Forestry and Food of the Republic of Slovenia.



## Pridelava koruze na vodovarstvenih območjih z zmanjšano rabo herbicidov in uporabo mehanskih ukrepov uravnavanja plevelne vegetacije

Robert LESKOVŠEK<sup>26</sup> in Peter GSELMAN<sup>27</sup>

Velik del intenzivne pridelave koruze v Sloveniji poteka na vodovarstvenih območjih, kjer obstaja precejšnje tveganje za izpiranje hranil in fitofarmacevtskih sredstev v podtalje. V okviru EIP projekta "Okoljsko učinkovita pridelava koruze in pšenice na vodovarstvenih območjih" so bili v letih 2019 in 2020 izvedeni širje poljski poskusi v koruzi na srednje težkih do težkih tleh v Lenartu in v Črncih. V letu 2019 sta bila preliminarna poskusa, izvedena v bločnem sistemu, v letu 2020 pa so bile poskusom dodane še tri ponovitve. Vključena so bila naslednja obravnavanja: a) standardni postopek s priporočenim odmerkom herbicida (99 g/ha izoksaflutol + 44 g/ha tienkarbazon-metil; v Lenartu je bilo v tem postopku dodano še 60 g/ha mezotriona), b) polovični odmerek standardnih pripravkov, ki mu je sledilo okopavanje in c) mehansko zatiranje plevela (česanje in okopavanje). Rezultati v letu 2019 so pokazali, da je bila na obeh lokacijah zapleveljenost pri mehanskem zatiranju v primerjavi s standardnim postopkom značilno večja, zato je bil v Črncih izmerjen 20 % (- 2 t/ha) ter v Lenartu 24 % manjši pridelek (- 3,4 t/ha). Kljub nekoliko povečani zapleveljenosti na obeh poskusnih lokacijah pri kombinaciji polovičnega odmerka herbicida in okopavanja bistvenega vpliva na količino pridelka nismo ugotovili. V letu 2020 smo ugotovili statistično značilno večjo zapleveljenost pri postopku zmanjšanega odmerka herbicida in okopavanja in pri mehanskem zatiranju plevela. Povprečen pridelek suhega zrnja koruze iz obeh lokacij v postopku z zmanjšanim odmerkom herbicida in okopavanjem za 10 % manjši (- 1,7 t/ha) v primerjavi s standardnim postopkom (17 t/ha) pri mehanskem zatiranju plevela pa je bil izpad pridelka 23 % (- 3,6 t/ha). Iz rezultatov se vidi, da je kombinacija zmanjšanih odmerkov herbicida in okopavanja učinkovita pri uravnavanju plevelne vegetacije in predstavlja relativno majhno tveganje za izpad pridelka. Česanje po vzniku koruze ter kasnejše okopavanje ne omogočata zadostnega zmanjšanja konkurenčne sposobnosti plevelov, kar vodi do precejšnje izgube pridelka. Precejšnja variabilnost rezultatov učinkovitosti delovanja posameznih postopkov in pridelka pri alternativnih pristopih nakazuje, da je potrebno uporabo znižanih odmerkov herbicidov in mehanskih ukrepov dolgoročno preizkušati v realnih poljskih razmerah, saj imajo zlasti pedoklimatski dejavniki velik vpliv na rezultate učinkovitosti uravnavanja plevela in velikost pridelka koruze.

**Ključne besede:** vodovarstvena območja, izpiranje, koruza, herbicidi, plevel, mehanski ukrepi

<sup>26</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [robert.leskovsek@kis.si](mailto:robert.leskovsek@kis.si)

<sup>27</sup> Dr., Interkorn d.o.o., e-pošta: [peter.gelman@interkorn.si](mailto:peter.gelman@interkorn.si)



## Maize production on water protection areas with reduced herbicide rates and implementation of mechanical weed control

In Slovenia, intensive maize production is concentrated on water protection areas with a significant risk of leaching of nutrients and plant protection products into the groundwater bodies. Within the EIP project "Environmentally efficient maize and wheat production on water protection areas", four field trials were conducted in 2019 and 2020 on maize on medium to heavy soils in Lenart and Črnci. In 2019, preliminary trials were carried out in a block system, additionally in 2020 three replicates were included. The following weed management strategies were tested: a) standard application of recommended herbicide rate (99 g/ha isoxaflutole + 44 g/ha thiencarbazone-methyl; in Lenart additional 60 g/ha mesotrione was added to standard application), b) 50% of standard application followed by hoeing, c) mechanical weed control (tine harrowing and hoeing). The results obtained in 2019 showed significantly bigger weed density in mechanical weed control strategy compared to the standard treatment on both sites. Increased weed infestation effected in 16 % and 24 % of yield reduction at Črnci and Lenart, respectively. The yield was not affected in the strategy with 50% herbicide rate followed by hoeing, although a slight increase of weed density was observed at both sites. In 2020, a significantly bigger weed infestation was observed in the 50% herbicide treatment combined with hoeing, as well as in the mechanical weed control strategy on both sites. On average maize yield of dry grain from both locations in the 50% herbicide treatment combined with hoeing was reduced by 10 % in comparison to the standard strategy (17 t/ha). An even greater loss of yield was observed in the mechanical weed control, where 23 % less maize dry grain yield was weighted (- 3.6 t/ha). Our results suggested that the combination of 50% herbicide rate and hoeing provides a relatively safe weed management alternative to standard application with limited weed interference on maize yields. The post emergence tine harrowing of maize and additional hoeing did not provide enough weed control, resulting in a significant loss of maize dry grain yield. The considerable variability in weed control efficiency and yield indicates that alternative weed management practices with 50% herbicide and mechanical weed control need to be validated in the real field conditions, since pedoclimatic factors have a significant impact on weed control efficiency and consequently on maize yields.

**Key words:** water protection area, leaching, maize, herbicide, mechanical weed control



## Preizkušanje različnih bioinsekticidov za zatiranje koloradskega hrošča

Primož ŽIGON<sup>28</sup>, Marko PETEK<sup>29</sup>, Kristina GRUDEN<sup>30</sup>, Eva PRAPROTKNIK<sup>31</sup>, Špela MODIC<sup>32</sup>, Uroš ŽIBRAT<sup>33</sup>, Matej KNAPIČ<sup>34</sup>, Peter DOLNIČAR<sup>35</sup> in Jaka RAZINGER<sup>36</sup>

Koloradski hrošč (*Leptinotarsa decemlineata* Say, Coleoptera: Chrysomelidae) velja za enega najpomembnejših škodljivcev krompirja (*Solanum tuberosum*, Solanaceae). Trenutna strategija varstva pred koloradskim hroščem (KH) večinoma temelji na kemičnem zatiranju z uporabo insekticidov, navkljub znanim negativnim vplivom na okolje in težavam z razvojem odpornosti škodljivcev na nekatere aktivne snovi. Edini okoljsko in ekonomsko vzdržen način varstva je v kombinaciji različnih ukrepov in nadomeščanju uporabe sintetičnih insekticidov s fitofarmacevtskimi sredstvi z nizkim tveganjem, tudi z bioinsekticidi. V letu 2020 smo v poljskem poskusu preizkušali učinkovitost štirih različnih bioinsekticidov na osnovi mikroorganizmov in drugih snovi z znanim toksičnim delovanjem na KH: azadirahtin (Neemazal), spinosad (Laser Plus), suspenzija konidijev entomopatogene glive *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (KIS izolat 2300 in 2121) in interferenčno RNA (RNAi). Uporaba RNAi predstavlja nov pristop pri zatiranju škodljivcev, pri katerem na podlagi uporabe in-vitro sintetizirane dsRNA povzročimo utišanje tarčnih genov, kar se odraža v zmanjšani produkciji tarčnega proteina ter povečani smrtnosti škodljivca. V šestih obravnavanjih smo preizkušali učinkovitost delovanja posameznih pripravkov za zatiranje ličink KH ter različnih kombinacij z namenom ugotavljanja morebitnih sinergističnih učinkov, ki bi povečali njihovo učinkovitost: spinosad, spinosad + *B. bassiana*, azadirahtin, azadirahtin + *B. bassiana*, *B. bassiana* in RNAi. V času izvedbe poskusa so bile ličinke koloradskega hrošča v različnih razvojnih stadijih (pretežno L2–L3), škropljenje z bioinsekticidi pa smo opravili v večernem času. Učinkovitost pripravkov smo ugotavljali na podlagi razlik v številu ličnik ter deležu poškodb na listih rastlin zaradi objedanja ličink KH po dveh in sedmih dneh po nanosu pripravkov na rastline. Razlike v poškodovanosti listne mase rastlin smo ocenjevali tudi s pomočjo tehnologije daljinskega zaznavanja. Največja učinkovitost na zmanjšanje števila ličnik je bila dosežena v obeh obravnavanjih, kjer je bil vključen spinosad (spinosad in spinosad + *B. bassiana*). Število ličink je bilo statistično značilno manjše tudi v obravnavanju azadirahtin + *B. bassiana*, medtem ko samostojna uporaba azadirahtina ni pokazala značilne učinkovitosti na zmanjšanje števila ličnik. Ostala obravnavanja se niso statistično značilno razlikovala od kontrole. Z izjemo *B. bassiana* so bile poškodbe listov zaradi objedanja ličink značilno manjše v vseh obravnavanjih. Delež poškodb na listih je bil najmanjši v obravnavanjih s spinosadom (spinosad in spinosad + *B. bassiana*), sledijo pa *B. bassiana* + azadirahtin, azadirahtin in RNAi. Kljub razlikam v poškodovanosti listov, razlik v pridelku gomoljev med obravnavanjem ni bilo.

**Ključne besede:** *Leptinotarsa decemlineata* (Say), integrirano varstvo rastlin, RNAi, azadirahtin, spinosad, *Beauveria bassiana*

<sup>28</sup> Mag. inž. agr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [primoz.zigon@kis.si](mailto:primoz.zigon@kis.si)

<sup>29</sup> Dr., Nacionalni inštitut za biologijo, e-pošta: [marko.petek@nib.si](mailto:marko.petek@nib.si)

<sup>30</sup> Prof. dr., Nacionalni inštitut za biologijo, e-pošta: [kristina.gruden@nib.si](mailto:kristina.gruden@nib.si)

<sup>31</sup> Mag. var. nar., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [eva.praprotnik@kis.si](mailto:eva.praprotnik@kis.si)

<sup>32</sup> Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [spela.modic@kis.si](mailto:spela.modic@kis.si)

<sup>33</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [uros.zibrat@kis.si](mailto:uros.zibrat@kis.si)

<sup>34</sup> Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [uros.zibrat@kis.si](mailto:uros.zibrat@kis.si)

<sup>35</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [peter.dolnicar@kis.si](mailto:peter.dolnicar@kis.si)

<sup>36</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [jaka.razinger@kis.si](mailto:jaka.razinger@kis.si)



## Efficacy of selected bioinsecticides against Colorado potato beetle

Colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata* Say, Coleoptera: Chrysomelidae) is considered to be the most destructive insect pest of potato (*Solanum tuberosum*, Solanaceae). Current Colorado potato beetle (CPB) management relies mostly on the use of synthetic insecticides, although their use may increase risks of environmental pollution and development of pest resistance. The only way to achieve economically sound and environmentally friendly pest management approach is through integration of different control measures and replacing chemical insecticides with low risk plant protection products, such as bioinsecticides. A field experiment was carried out in 2020 to test four bioinsecticides based on different substances and microorganisms with proved or potential toxic effect against CPB: azadirachtin (Neemazal), spinosad (Laser Plus), conidial suspension of entomopathogenic fungi *Beauveria bassiana* (Bals.-Criv.) Vuill. (KIS isolates 2300 and 2121) and RNA interference (RNAi). RNAi is a novel pest management technology based on gene silencing using in vitro synthesized dsRNA that triggers silencing of the target gene, causing target-encoded protein deficiency that induces pest mortality. The biological control agents were applied against larval population individually and in combination to explore the effectiveness and potential synergistic interactions against CPB larvae: spinosad, spinosad + *B. bassiana*, azadirachtin, azadirachtin + *B. bassiana*, *B. bassiana* and RNAi. Field test was performed at the presence of different larval instar (mainly L2-L3). The application of bioinsecticides was made in the late evening. Effectiveness of individual bioinsecticide was expressed as a reduction in number of larvae after two- and seven-days post treatment. Visual estimates of plant defoliation caused by CPB larvae were made before and 7 days after the application of biopesticides to evaluate their potential impact on reducing larval feeding damage. Differences in leaf damage area caused by CPB larvae have been assessed using remote sensing data. Results of the study revealed that among the tested bioinsecticides both treatments with spinosad (spinosad and spinosad + *B. bassiana*) provide significantly better control of larval population compared to all other insecticide treatments. The reduction in larval population treated with azadirachtin alone was insignificant. However, the combination of *B. bassiana* + azadirachtin caused a significant reduction of CPB larvae. Reduction of CPB larvae in plots treated with dsRNA, azadirachtin and *B. bassiana* was insignificant. All treatments except *B. bassiana* significantly reduced foliar damage. The lowest defoliation was found in the spinosad treatments (spinosad and spinosad + *B. bassiana*), followed by *B. bassiana* + azadirachtin, azadirachtin and RNAi. Despite the differences in rate of defoliated area no statistical differences in tuber yield were observed between treated and untreated potato plants.

**Key words:** *Leptinotarsa decemlineata* (Say), integrated pest management, RNAi, azadirachtin, spinosad, *Beauveria bassiana*



## Rezultati spremeljanja populacije in potencialne možnosti obvladovanja plodove vinske mušice (*Drosophila suzukii* (Matsumura)) v nasadih malin (*Rubus idaeus* L.)

Magda RAK CIZEJ<sup>37</sup> in Franček POLIČNIK<sup>38</sup>

Plodova vinska mušica (PVM) (*Drosophila suzukii* (Matsumura)) je škodljivec, ki povzroča gospodarsko škodo predvsem na koščičastem in jagodičastem sadju. Je škodljivec mediteranskega območja. V Sloveniji je prisoten od leta 2010. PVM odlaga jajčeca v zoreče in že zrele plodove. Spremljanje leta odraslih osebkov PMV v nasadih je zelo pomembno za pravočasno napoved pojava prvih osebkov škodljivca in posledično pravilnega obvladovanja. V letu 2019 smo v nasadu malin na sorti 'Polka' v Dobriši vasi (Savinjska dolina) preverjali učinkovitost različnih vab in atraktantov: 1- DROSAL PRO + atraktant DrosaLure, 2- DROSO TRAP + atraktant Dros' Attract®, 3- PLASTENKA + vinski kis: vino (3:1), 4- DROSO TRAP + atraktant PH-288-1BP. S spremeljanjem PVM smo pričeli sočasno z zorenjem malin 2. julija ter zaključili 4. septembra 2019. V povprečju se je skozi celotno obdobje spremeljanja na prehranske vabe ulovilo več samic kot samcev. Skupno število ujetih osebkov PVM se je v 2. dekadi julija povečevalo, skladno z višanjem povprečne dnevne temperature zraka. Zelo učinkovit in selektiven za PVM je bil atraktant PH-288-1BP, na katerega smo ulovili v povprečju 50 % več osebkov v primerjavi s standardno vabo, ki je vsebovala mešanico vinskega kisa in vina. Prehranski vabi DROSAL PRO + atraktant DrosaLure in DROSO TRAP + atraktant Dros' Attract® nista primerni za spremeljanje in napovedovanje PVM, saj je bil ulov PVM zanemarljiv. Glede na ugotovljeno visoko učinkovitost atraktanta PH-288-1BP za PVM, bi ga bilo smiselno uporabiti pri množičnem lovljenju odraslih osebkov PVM. Posledično bi z metodo množičnega lovljenja zmanjšali poškodbe, ki jih povzroča škodljivec na plodovih gostiteljskih rastlin npr. malinah, pri katerih nimamo na voljo razpoložljivih insekticidov za zatiranje PVM.

**Ključne besede:** plodova vinska mušica, vabe, atraktanti, spremeljanje, malina

<sup>37</sup> Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [magda.rak-cizej@ihps.si](mailto:magda.rak-cizej@ihps.si)

<sup>38</sup> Mag. inž. hort., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [franci.policnik@ihps.si](mailto:franci.policnik@ihps.si)



## Results of population monitoring and potential management of the Spotted Wing Drosophila (*Drosophila suzukii* (Matsumura)) in raspberry orchards (*Rubus idaeus* L.)

Spotted Wing Drosophila (SWD) (*Drosophila suzukii* (Matsumura)) is a pest that causes economic damage mainly to stone fruits and fleshy fruits. It is a pest of Mediterranean area, which has been present in Slovenia since 2010. SWD lays eggs in ripening fruits and in fruits, which has already ripe. Monitoring the flight of SWD in orchards are essential for timely prediction of the first appearance of the pest and consequently for correct management. In 2019 the effectiveness of different traps and attractants in raspberry orchards with variety ‘Polka’ was tested in Dobriša vas, Savinja Valley as follows: 1- DROSAL PRO trap + attractant DrosaLure, 2- DROSO TRAP + attractant Dros’Attract®, 3- Plastic bottle trap + wine vinegar: wine (3:1), 4- DROSO TRAP + attractant PH-288-1BP. The monitoring of SWD began simultaneously with the ripening of raspberries on second of July and ended on fourth of September. On average, more females than males were caught on traps throughout the monitoring period. The total number of captured SWD specimens also increased in the second decade of July, in line with the increase of average daily air temperature. Very effective and selective attractant for SWD proved to be the PH-288-1BP, on which we caught an average of 50% more SWD specimens than on trap with the attractant containing the mix of wine vinegar and wine. DROSAL PRO trap + DrosaLure attractant and DROSO TRAP + attractant Dros’Attract® are not efficacy for monitoring and forecasting of SWD, because the catches of SWD were negligible. Regarding of high efficiency of the attractant PH-288-1BP for SWD, it would make sense to use it in mass trapping of adult SWD. Consequently, the method of mass trapping would reduce damage on fruits of host plants e.g. in raspberries, in which the insecticides are not available to control SWD.

**Key words:** Spotted Wing Drosophila, traps, attractants, monitoring, raspberry



## Pomen ekološkega žlahtnjenja rastlin

Dagmar JANOVSKA<sup>39</sup>, Petra HLASNA CEPKOVA<sup>40</sup>, Gabriela MÜHLBACHOVA<sup>41</sup> in Vladimir MEGLIČ<sup>42</sup>

Izbira ustrezne sorte je eden temeljnih elementov, ki vplivajo na pridelek in je osnova za uspešno pridelavo v vseh sistemih kmetovanja. Za učinkovito in trajnostno ekološko pridelavo hrane je treba izbrati optimalen kolobar, pravo sorto in uporabljeno tehnologijo. Ker je bila večina razpoložljivih sort razvita s konvencionalnimi metodami žlahtnejnja v običajnih pogojih kmetovanja, njihov potencial za ekološko kmetovanje ni v celoti izkoriščen. Nekatere lastnosti, ki so ključne za ekološko kmetovanje, kot so odpornost proti boleznim, ki se prenašajo s semenom, odpornost / toleranca na plevel ali učinkovitost hranil niso tako pomembne v konvencionalnih sistemih pridelovanja, kjer se ta vprašanja rešujejo z zaščito pridelkov in mineralnimi gnojili. Zato se žlahtitelji po vsem svetu začenjajo usmerjati v vzgojo sort za specifično uporabo v ekološkem kmetovanju v ekoloških pogojih, da bi dosegli stabilne in kakovostne pridelke ekoloških sort. Ker ekološko kmetovanje vključuje veliko gensko raznolikost, je treba gojiti široko paletto kmetijskih rastlin in njihovih sort, da bi dosegli kakovostno pridelavo v raznovrstnih okoljskih razmerah, različnih kolobarjih in načinov pridelave. Zaradi tega je pomembno, da uporabljamо sorte, ki so prilagojene raznolikim zahtevam ekološkega kmetovanja, imajo visok pridelek in kakovost. Ekološko kmetovanje se v marsičem razlikuje od konvencionalnega kmetovanja. Ena izmed razlik je na primer uporaba stročnic v kolobarju, kjer so ostanki po žetvi pomemben vir hranil, zlasti dušika, za naslednji pridelek. V nasprotju s konvencionalnim kmetovanjem, kjer se uporabljamо hitro topna mineralna gnojila, rastline pa imajo stalno na voljo dovolj dušika. Zato mora sorta vzgojena za ekološko kmetovanje uspevati tudi v slabših rastnih razmerah. Trenutno obstaja več projektov EU, katerih cilj je izboljšati dostopnost ekoloških sort za evropske kmete. Eden izmed njih je projekt ECOBREED, ki ga je Evropska komisija (GD AGRI in GD SANTE) opredelila kot strateško pomemben projekt za doseganje ciljev iz Uredbe (EU) 2018/848 Evropskega parlamenta in Sveta o ekološka pridelava in označevanje ekoloških proizvodov. Nova uredba si med drugim prizadeva za boljši dostop do ekološkega semena na trgu in večjo raznolikost ponudbe.

**Ključne besede:** ekološko žlahtnjenje, ekološka sorta, pomembnost sorte

**Zahvala.** Raziskava je bila financirana iz raziskovalnega in inovacijskega programa Evropske unije Obzorje 2020 v okviru sporazuma o dodelitvi sredstev št. 771367 (ECOBREED).

<sup>39</sup> Dr., Crop Research Institute, Češka / Czech Republic, e-pošta: [janovska@vurv.cz](mailto:janovska@vurv.cz)

<sup>40</sup> Dr., Crop Research Institute, Češka / Czech Republic, e-pošta: [cepkova@vurv.cz](mailto:cepkova@vurv.cz)

<sup>41</sup> Dr., Crop Research Institute, Češka / Czech Republic, e-pošta: [muhlbachova@vurv.cz](mailto:muhlbachova@vurv.cz)

<sup>42</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)



## Importance of organic breeding

The choice of an appropriate variety is one of the fundamental elements affecting yield and is the basis for successful production in all farming systems. For efficient and sustainable organic food production, crop rotation, the choice of variety and the technology used must be optimally selected. Since most of the available varieties have been developed by conventional breeding methods under conventional farming conditions, their potential for organic farming is not fully exploited. Some traits that are key for the organic farming, such as resistance to seed-borne diseases, weed resistance/tolerance or nutrient efficiency, are not so important for conventional systems where those issues are addressed using crop protection and mineral fertilizers. Therefore, breeders worldwide have been starting to focus on breeding varieties for specific use in organic farming under organic conditions with the aim to achieve stable and quality yields of organic varieties. Since organic farming implies high genetic diversity, it is necessary to grow a wide range of crops and their varieties to achieve quality production depending on heterogeneous environmental conditions, crop rotation, and cultivation praxes. For this reason, it is important to use varieties which are adapted to the different organic farming conditions, have high yield and quality. Organic farming differs from conventional farming in many ways. One of them, for example, is the use of legumes in crop rotation, where the post-harvest residues are an important source of nutrients, especially nitrogen for the following crop. In contrast to conventional farming the fast soluble mineral fertilizers are used, and nitrogen is readily available to the plants. Therefore, a variety bred for organic farming should have the ability to grow even under poorer conditions. There are currently several EU projects, aiming to improve availability of organic varieties for European farmers. One of them is project ECOBREED that has been identified by the European Commission (DG AGRI and DG SANTE) as a strategically important project to achieve the objectives set out in Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council on organic production and labeling of organic products. The new regulation seeks, among other things, for better access to organic seed on the market and greater heterogeneity of supply.

**Key words:** organic breeding; organic variety; importance of variety

**Acknowledgement.** The research was funded from the European Union's Horizon 2020 research and innovation programme under grant agreement No 771367 (ECOBREED).



## Vzgoja brezvirusnega česna na Kmetijskem inštitutu Slovenije

Peter DOLNIČAR<sup>43</sup>, Elizabeta KOMATAR<sup>44</sup> in Mojca MARN<sup>45</sup>

Semenski material slovenskih sort česna je zaradi neustrezne vzdrževalne selekcije zelo okužen. Posebej problematične in neobvladljive so okužbe z virusi in ogorčicami. Edini možni in učinkovit ukrep za sajenje zdravega sadilnega materiala je odstranitev virusov in zatiranje prenašalcev virusov ter odstranitev ogorčic iz sadilnega materiala, čemur pa mora slediti ustrezna agrotehnika v pridelavi semenskega materiala. Pravilnik o trženju razmnoževalnega in sadilnega materiala zelenjadnic, razen semena (Uradni list RS, št. 61/05, 66/07 in 18/14) določa podrobnejše zahteve glede zdravstvenega stanja in pravi, da mora biti sadilni material vsaj na podlagi vizualnega pregleda praktično brez škodljivih organizmov in bolezni, ki lahko vplivajo na njegovo kakovost, oziroma brez znakov ali simptomov prisotnosti škodljivih organizmov in bolezni. Česen ogrožajo številni virusi. Zaradi vegetativnega načina razmnoževanja česna se obolelost prenaša in iz generacije v generacijo stopnjuje, prisotnost virusov pa povzroča velik upad pridelka in posledično veliko gospodarsko škodo. Da bi zagotovili zdrav izhodiščni semenski material in vzpostavili dolgoročen sistem vzdrževalne selekcije zdravega česna v Sloveniji, smo si na Kmetijskem inštitutu Slovenije (KIS) v okviru EIP projekta »Vzpostavitev vzdrževalne selekcije čebulnic za pridelavo zdravega semena slovenskih sort česna in šalotke« zadali cilj vzgojiti brezvirusni material sort česna Anka, Ptujski spomladanski in Ptujski jesenski. Postopek smo začeli pri sorti Ptujski spomladanski s testiranjem semenskega materiala na prisotnost naslednjih virusov: virus rumenjenja in pritlikavosti čebule (OYDV), virus rumene črtavosti pora (LYSV), navadni latentni virus česna (GarCLV), latentni virus šalotke (SLV), virus A česna (GarV-A), virus B česna (GarV-B), virus C česna (GarV-C) in virus x šalotke (ShVX). Odbrali smo najbolj zdrave rastline in jih prestavili v sistem tkivnih kultur *in vitro*. V nadaljevanju smo z uporabo kulture meristemov, termoterapije pri 37 °C in kemoterapije na gojišču z ribavirinom odstranili kar največji delež virusnih okužb. Postopek določevanja prisotnosti virusov smo po končani terapiji ponovili z metodo ELISA in po potrebi tudi s RT-PCR ter izbrali zdrave rastline, ki smo jih uporabili za nadaljnje razmnoževanje v tkivni kulturi. *In vitro* rastline sorte Ptujski spomladanski smo preko leta razmnožili in 28. 10. 2020 smo 400 sadik česna posadili v lončke s substratom v rastlinjaku na KIS v Ljubljani, kjer bodo rasle do presajanja na polje spomladi 2021. Rastline smo prekrili s PVC folijo, da smo zagotovili dovolj veliko zračno vlago za aklimatizacijo. Po enem tednu smo folijo umaknili. V laboratoriju je v *in vitro* za nadaljevanje razmnoževanja in ohranjanje sorte ostalo še 200 rastlin/čebulic sorte Ptujski spomladanski. Sorti česna Anka in Ptujski jesenski sta trenutno v fazi čiščenja virusov.

**Ključne besede:** česen, vzdrževalna selekcija, tkivne kulture, čiščenje virusov, brezvirusne rastline/čebulice

**Zahvala.** Delo vzgoje brezvirusnega česna je potekalo v okviru EIP projekta Vzpostavitev vzdrževalne selekcije čebulnic za pridelavo zdravega semena slovenskih sort česna in šalotke. Zahvaljujemo se Evropskemu partnerstvu za inovacije na področju kmetijske produktivnosti in trajnosti za financiranje.

<sup>43</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [peter.dolnicar@kis.si](mailto:peter.dolnicar@kis.si)

<sup>44</sup> Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [elizabeta.komatar@kis.si](mailto:elizabeta.komatar@kis.si)

<sup>45</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [mojca.marn@kis.si](mailto:mojca.marn@kis.si)



## Cultivation of virus-free garlic at the Agricultural Institute of Slovenia

Seed material of Slovenian garlic varieties is highly infected due to inadequate maintenance selection. Virus and nematode infections are particularly problematic and unmanageable. The only possible and effective measure is the planting of healthy planting material, the removal of viruses, the control of virus vectors, and the removal of nematodes from the planting material, which must be followed by appropriate agronomic techniques in the production of seed material. The Rules on the Marketing of Vegetable Propagating and Planting Material, Other than Seeds (Official Gazette of the Republic of Slovenia, Nos. 61/05, 66/07 and 18/14) set out more detailed health requirements and state that planting material must be practical free from harmful organisms and diseases that may affect its quality, or without signs or symptoms of the presence of harmful organisms and diseases. Garlic is threatened by many viruses. Due to the vegetative mode of reproduction of garlic, the disease is transmitted and escalated from generation to generation, and the presence of viruses causes a remarkable decline in yield and consequently great economic damage. In order to ensure healthy starting seed material and establish a long-term system of maintenance selection of healthy garlic in Slovenia, at the Agricultural Institute of Slovenia (KIS) we set the goal of growing virus-free material of garlic varieties Anka, Ptujski spomladanski and Ptujski jesenski within the EIP project "Establishment of maintenance selection of bulbs for healthy seed production of Slovenian garlic and shallot varieties". The procedure with the Ptujski spomladanski variety had been started by testing the seed material for the presence of Onion yellow dwarf virus (OYDV), Leek yellow stripe virus (LYSV), Garlic common latent virus (GarCLV), Shallot latent virus (SLV), Garlic virus A (GarV-A), Garlic virus B (GarV-B), Garlic virus C (GarV-C) and Shallot virus X (ShVX). The healthiest plants were selected and transferred to an *in vitro* tissue culture system. Subsequently, the highest possible proportion of viral infections was removed using meristem culture, 37 °C thermotherapy and ribavirine culture for chemotherapy. After the end of the therapies, the procedure for determining the presence of viruses was repeated by using ELISA and, if necessary, by RT-PCR. Healthy plants were selected and used for further propagation in tissue culture. The *in vitro* plantlets of Ptujski spomladanski variety were propagated over the year and on October 28<sup>th</sup> 2020 400 garlic seedlings were planted in pots with substrate in a greenhouse at KIS in Ljubljana, where they will grow until transplanting them on the field in spring 2021. Plants were covered with PVC foil to ensure enough air moisture for acclimatization. After one week, the foil was removed. There were 200 plants / bulbs left in the *in vitro* laboratory to continue multiplication and preserve the variety. The garlic varieties Anka and Ptujski jesenski are currently in the phase of virus cleansing.

**Key words:** garlic, maintenance selection, tissue culture, virus cleansing, virus - free plants/bulbs

**Acknowledgement.** The work of raising virus-free garlic took place within the EIP project Establishment of maintenance selection of bulbs for the production of healthy seeds of Slovenian varieties of garlic and shallots. We thank the European Innovation Partnership on Agricultural Productivity and Sustainability for funding.



## Distribucija odpornostnih genov pri križancih navadnega fižola

Barbara PIPAN<sup>46</sup>, Teja KRPAN<sup>47</sup>, Aljoša BREGAR<sup>48</sup>, Lovro SINKOVIČ<sup>49</sup>, Vladimir MEGLIČ<sup>50</sup>, Kristina UGRINOVIC<sup>51</sup> in Peter DOLNIČAR<sup>52</sup>

Za namene genotipske selekcije smo z uporabo molekulskih markerjev (MAS-Marker Assisted Selection) pri križancih navadnega fižola (indeterminatnega/visokega tipa rasti) druge filialne generacije (F2) izbrali rastline, ki nosijo gene za odpornost proti najbolj razširjenim povzročiteljem bolezni (virusne, bakterijske in glivične) ter proti enemu najbolj pomembnih škodljivcev (fižolar). V sklopu programa žlahtnjenja fižola smo v letu 2020 s pomočjo 13-ih funkcionalnih in vrstno specifičnih DNA markerjev, ki so povezani z odpornostnimi lastnostmi pri fižolu, ovrednotili 45 F2 križancev visokega fižola. Uporabili smo 5 SCAR markerjev (Sequence Characterized Amplified Region; 4-je markerji) in CAPS marker (Cleaved Amplified Polymorphic Sequences) za analizo povezanosti med virusom navadnega mozaika fižola (BCMV) in virusom navadnega mozaika ter nekroze fižola (BCMNV); SCAR marker za detekcijo prisotnosti genov, povezanih z odpornostjo proti fižolovi rji; 4 SCAR markerje za analizo povezanosti križancev s fižolovim ožigom; 2 SCAR markerja za preverjanje prisotnosti genov, povezanih z odpornostjo proti fižolovi pegavosti ter en SCAR marker, ki naj bi bil povezan z odpornostjo rastlin fižola proti fižolaru. Vseh 45 F2 križancev visokega fižola izhaja iz 7-ih različnih parov starševskih kombinacij. Seznam križancev smo oblikovali na podlagi ocene fenotipske odbire v F1 (2019) in F2 generaciji (2020). Glede na rezultate MAS smo izbrali 18 najbolj perspektivnih F2 križancev, ki zastopajo vse kombinacije staršev (7 parov), izkazujejo visoko raven fenotipske ustreznosti (v skladu s cilji žlahtnjenja) in so v vsaj 75 % delež nosilci genov, povezanih proučevanimi odpornostnimi lastnostmi. Največji delež prisotnosti odpornostnih genov (91,7 %) ima F2 križanec (11v18/2c/II/IV). Kombinacija MAS s predhodnimi fenotipskimi odbirami je omogočila ciljno in učinkovito zožiti nabor najbolj ustreznih križancev v procesu razvoja novih sort visokega fižola.

**Ključne besede:** visok fižol, F2 križanci, MAS, odpornostni geni

<sup>46</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [barbara.pipan@kis.si](mailto:barbara.pipan@kis.si);

<sup>47</sup> Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [teja.krpan@kis.si](mailto:teja.krpan@kis.si)

<sup>48</sup> Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [aljosa.bregar@kis.si](mailto:aljosa.bregar@kis.si)

<sup>49</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>50</sup> Izr. prof. dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)

<sup>51</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [kristina.ugrinovic@kis.si](mailto:kristina.ugrinovic@kis.si)

<sup>52</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [peter.dolnicar@kis.si](mailto:peter.dolnicar@kis.si)



## Distribution of resistant genes in common bean hybrids

Molecular markers have been used (MAS-Marker Assisted Selection) on the second filial generation (F2) of common bean hybrids (indeterminate/snap growth type) to aid the genotypic selection. We have selected hybrids harbouring resistance genes for the most important common bean pathogens (viral, bacterial and fungal) and pests (bean-pod weevil). In 2020, 45 snap bean F2 hybrids have been evaluated using 13 functional and species-specific DNA markers, that are associated with resistance traits in common bean. We have applied: 5 SCAR markers (Sequence Characterized Amplified Region; 4 markers) and one CAPS marker (Cleaved Amplified Polymorphic Sequences) to evaluate the association with the bean common mosaic virus (BCMV) and bean common mosaic necrotic virus (BCMNV); one SCAR marker to detect the presence of bean rust resistance genes; 4 SCAR markers to assess the association with anthracnose resistance; 2 SCAR markers to detect the presence of resistance genes to angular leaf spot and one SCAR marker to predict the association with bean-pod weevil resistance. All the 45 F2 snap bean hybrids originated from 7 different parental combinations and were selected on the basis of the morphological assessment and phenotypic selection in F1 (2019) and F2 generation (2020). On the basis of MAS, we have selected 18 most promising F2 hybrids having all 7 parent combinations, expressing high level of phenotypic suitability (based on breeding objectives) and have at least 75% share of resistance genes. The highest share (91.7%) of resistance genes is expressed in one F2 hybrid (11v18 / 2c / II / IV). The combination of MAS with previous phenotypic selections allowed us to effectively reduce the number of the most promising hybrids in the process of developing new snap bean varieties.

**Key words:** snap bean, F2 hybrids, MAS, resistance genes



## ECOBREED - Povečanje učinkovitosti in konkurenčnosti ekološkega žlahtnjenja

Vladimir MEGLIČ<sup>53</sup>, Peter DOLNIČAR<sup>54</sup>, Aleš KOLMANIČ<sup>55</sup>, Lovro SINKOVIČ<sup>56</sup>, Barbara PIPAN<sup>57</sup>, Eva BLATNIK<sup>58</sup>, Ana VOJNOVIČ<sup>59</sup>, Primož TITAN<sup>60</sup> in Antoaneta G. KUHAR<sup>61</sup>

Ekološki sektor se je v preteklih letih v EU razvijal hitro, ne samo glede na površine, ki se uporabljajo za ekološko kmetijstvo, ampak tudi glede na število gospodarstev in skupno število subjektov, registriranih v Uniji, ki se ukvarjajo z ekološko pridelavo, predelavo in trženjem. Evropski H2020 projekt ECOBREED koordinira Kmetijski inštitut Slovenije, vanj pa je vključeno 25 partnerjev iz 15 držav (AT, CN, CZ, DE, ES, GR, HU, IT, PL, RO, RS, SI, SK, USA, UK) in treh kontinentov. Projekt ECOBREED je s strani Evropske komisije (DG AGRI in DG SANTE) identificiran kot strateško pomemben projekt za doseganje ciljev, navedenih v Uredbi (EU) 2018/848 Evropskega parlamenta in Sveta o ekološki pridelavi in označevanju ekoloških proizvodov. Z novo uredbo si Evropska komisija med drugim prizadeva za boljši dostop do ekološkega semena na trgu ter večjo heterogenost ponudbe. Trenutno je ponudba ekoloških semen v EU z visoko stopnjo genetske in fenotipske raznolikosti omejena. Ta raznolikost je pri ekološkem kmetovanju pomemben dejavnik uspešnega razvoja, kar je v nasprotju s semenskimi praksami v konvencionalnem kmetijstvu, kjer je zahtevana visoka stopnja homogenosti semena. Glavni poudarek ECOBREED-a je izboljšati razpoložljivost sort in semena, primernih za ekološko pridelavo in pridelavo z nizkimi vnosi. Dejavnosti so osredotočene na štiri rastlinske vrste; pšenico (*Triticum aestivum* L. in *T. durum* L.), krompir (*Solanum tuberosum* L.), sojo (*Glycine max* (L), Merr) in ajdo (*Fagopyrum esculentum* Moench.). Vrste poljščin ECOBREED so bile izbrane glede na njihov potencialni prispevek k povečanju konkurenčnosti ekološkega sektorja.

Projekt bo razvil (a) metode, strategije in infrastrukturo uporabno za ekološko žlahtnjenje, (b) nove sorte z izboljšano odpornostjo na stres, učinkovito rabo virov in kakovostjo ter (c) izboljšane metode za pridelavo visoko kakovostnega ekološkega semena.

Pomemben sklop projekta je t. i. participativno žlahtnjenje rastlin (angleško PPB), ki omogoča znanstvenikom in kmetom, da izboljšajo konvencionalno žlahtnjenje na način, da se tudi kmetom ponudi možnost izbire, razvoja in ustvarjanja sort, ki najbolje ustrezajo njihovim potrebam, agronomskim zahtevam in pedoklimatskim razmeram. PPB je ustrezna alternativa ekološki pridelavi, saj uporablja strokovno znanje kmetov v celotnem procesu žlahtnjenja, omogoča izbiro v kontrastnih rastnih razmerah in pomaga razvoju lokalnih ter regionalno prilagojenih sort.

**Ključne besede:** poljščine, ekološka pridelava, žlahtnjenje, HORIZON 2020

**Zahvala.** Raziskava je financirana s strani European Union's Horizon 2020, ECOBREED grant No. 771367.

<sup>53</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)

<sup>54</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [peter.dolnicar@kis.si](mailto:peter.dolnicar@kis.si)

<sup>55</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [ales.kolmanic@kis.si](mailto:ales.kolmanic@kis.si)

<sup>56</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>57</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [barbara.pipan@kis.si](mailto:barbara.pipan@kis.si)

<sup>58</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [eva.blatnik@kis.si](mailto:eva.blatnik@kis.si)

<sup>59</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [ana.vojnovic@kis.si](mailto:ana.vojnovic@kis.si)

<sup>60</sup> Dr., RGA d.o.o., e-pošta: [primož.titan@rga.si](mailto:primož.titan@rga.si)

<sup>61</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [antoaneta.kuhar@kis.si](mailto:antoaneta.kuhar@kis.si)



## ECOBREED – Increasing the competitiveness of the organic breeding and farming sectors

The organic sector has developed rapidly in the EU in recent years, not only in terms of the areas used for organic farming, but also in terms of the number of holdings and the total number of entities registered in the Union engaged in organic production, processing and marketing. European H2020 project, ECOBREED is coordinated by the Agricultural Institute of Slovenia and includes 25 partners from 15 countries (AT, CN, CZ, DE, ES, GR, HU, IT, PL, RO, RS, SI, SK, USA, UK) and three continents. The ECOBREED project has been identified by the European Commission (DG AGRI and DG SANTE) as a strategically important project to achieve the objectives set out in Regulation (EU) 2018/848 of the European Parliament and of the Council on organic production and labeling of organic products. The new regulation seeks, among other things, for better access to organic seed on the market and greater heterogeneity of supply. Currently, the supply of organic seeds in the EU with a high level of genetic and phenotypic diversity is limited. This diversity is an important factor in successful development in organic farming, which contrasts with seed practices in the conventional, where a high degree of seed homogeneity is required. The main focus of ECOBREED is to improve the availability of varieties and seeds suitable for organic and low-input production. Activities focus on four plant species; wheat (*Triticum aestivum* L. and *T. durum* L.), potatoes (*Solanum tuberosum* L.), soybeans (*Glycine max* (L), Merr) and buckwheat (*Fagopyrum esculentum* Moench.). ECOBREED crop species were selected according to their potential contribution to increasing the competitiveness of the organic sector.

The project will develop (a) methods, strategies and infrastructure useful for organic breeding, (b) new varieties with improved stress resistance, resource efficiency and quality, and (c) improved methods for producing high quality organic seed.

An important part of the project is the Participatory plant breeding (PPB) that enables scientists and farmers to improve conventional breeding by offering farmers the opportunity to select, develop and create varieties that best suit their needs, agronomic requirements and pedoclimatic conditions. PPB is a suitable alternative to organic production as it uses the expertise of farmers throughout the breeding process, allows selection in contrasting growing conditions and helps to develop local and regionally adapted varieties.

**Key words:** field crops, organic production, plant breeding, HORIZON 2020

**Acknowledgement.** The research is funded by the European Union's Horizon 2020, ECOBREED grant No. 771367.



## Ohranitev genskih virov hmelja ob krčitvi poskusnih nasadov IHPS zaradi okužb s CBCVd

Andreja ČERENAK<sup>62</sup> in Sebastjan RADIŠEK<sup>63</sup>

Minuli dve leti (2019 in 2020) sta bili za žlahtnjenje in gensko banko hmelja zaznamovani kot neobičajni, saj smo zaradi izkoreninjenja viroida razpokanosti skorje agrumov (angl. citrus bark cracking viroid; CBCVd) na Inštitutu za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije (IHPS) izkrčili vse poskusne nasade hmelja, tudi žlahtniteljske. Celotna zbirka različnih genskih virov je bila posajena na približno 5 ha, pri reševanju pa smo se osredotočili na izbor genotipov, ki so prioritetno pomembni za nadaljnje raziskave in razvoj slovenskega hmeljarstva.

V okviru nalog (Javna služba za hmeljarstvo, Javna služba Genska banka hmelja, Program strokovnih nalog s področja registracije sort rastlin in semenarstva - Hranjenje standardnih sort hmelja in ohranjanje sort, vključenih v določanje razločljivosti, nespremenjenosti in izenačenosti sort v postopku registracije) smo določili 1.151 genskih virov, ki smo jih pred uničenjem nasadov ohranili v obliki dormantnih sadik.

Izmed njih jih je 192 že bilo predhodno testiranih in potrjenih kot brezviroidnih ter ohranjenih v rastlinjaku, medtem ko je bilo preostalih 959 testiranih na viroida CBCVd in HSVd (hop stunt viroid) v minulem letu (2020). Za ta namen smo izdelali zelo natančen protokol, vzgoji rastlin pa smo namenili povsem ločen steklenjak, ki je imel status objekta za izolacijo. V steklenjaku smo zagotovili, da rastline med sabo niso imele stika, strogi higieniski ukrepi pa so vključevali dosledno razkuževanje delovne opreme, uporabo rokavic za enkratno uporabo, ločeno obutev in oblačila. Rastline smo zaradi obsežnega števila razvrstili v tri serije. S postopki smo začeli na začetku leta in z njimi zaključili jeseni. Po opravljenih testiranjih vsake posamezne rastline na morebitno prisotnost viroidov CBCVd in HSVd, so bile le-te (po potrjeni neokuženosti) po odobritvi s strani UVHVVR sproščene v rastlinjak k preostalemu žlahtniteljskemu materialu. Celotno izvedbo dela sta nadzorovali fitosanitarna inšpekcija ter Uprava za varno hrano, veterinarstvo in varstvo rastlin (UVHVVR). Vodili smo več kot 20 različnih evidenc, dostop do objekta za izolacijo pa nas je imelo le nekaj zaposlenih na IHPS. Ponovno sajenje zbirke hmelja na površine IHPS po sproščeni karantenski premeni bomo opravili spomladi 2021.

Zaključimo lahko, da nam je z dobrim načrtovanjem, izvedbo in nadzorom uspelo ohraniti vse pomembne genske vire (sorte, križance, divje hmelje) ter da bo razvoj v hmeljarstvu tudi v prihodnje lahko potekal v najboljši možni meri.

**Ključne besede:** hmelj, *Humulus lupulus*, genski viri, CBCVd

<sup>62</sup> Izr. prof. dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [andreja.cerenak@ihps.si](mailto:andreja.cerenak@ihps.si)

<sup>63</sup> Dr., Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, e-pošta: [sebastjan.radisek@ihps.si](mailto:sebastjan.radisek@ihps.si)



## **Preservation of hop genetic resources as a consequence of grubbing up IHPS experimental fields due to CBCVd infections**

The past two years (2019 and 2020) are recognised as unusual for hop breeding and the gene bank, as the IHPS have grubbed up all experimental hop fields, including breeding plots, to eradicate the citrus bark cracking viroid (CBCVd). The entire collection of various genetic resources was planted on approximately 5 ha, and in the selection, we have focused on genotypes, which were primarily important for further research at IHPS and the development of Slovenian hop growing.

Within the tasks (Public Hop Service, Hop Gene Bank, Program of plant variety registrations and seed production - Preservation of standard hop varieties included in DUS (distinctive, uniformity, stability) determination in the registration process) 1.151 genetic resources were preserved in the form of dormant rhizomes before the digging up the hop fields. Out of them, 192 have been previously tested and maintained as viroid-free in a greenhouse, while the remaining 959 were tested for CBCVd and HSVd (hop stunt viroid) in the last year. For this purpose, we made a very precise protocol, and we dedicated a completely separate greenhouse which had the status of an isolation facility. In the greenhouse, we ensured that the plants were not in contact with each other, strict hygienic measures were applied as strict disinfection of work equipment, use of disposable gloves, and separated footwear and clothing were included. The plants were classified into three series due to extensive number of plants. We started the procedures at the beginning of the year and finished them in the autumn. After testing each individual plant for the possible presence of CBCVd and HSVd viroids (after confirmed non-infection) the plants were released to the greenhouse to the remaining breeding material. The entire procedure was supervised by the phytosanitary inspection and the Administration for Food Safety, Veterinary Medicine and Plant Protection (UVHVVR). We conducted over 20 different documents for evidence, access to the isolation facility was permitted for only a few IHPS employees. Re-planting of hop collection on IHPS area after quarantine crop rotation will be possible in spring 2021. We can conclude that with good planning, implementation and control we managed to preserve all important genetic resources (varieties, hybrids, wild hops) for further hop growing development.

**Key words:** hop, *Humulus lupulus*, genetic resources, CBCVd



## Raznolikost genskih virov grahorja (*Lathyrus sativus* L.)

Lovro SINKOVIČ<sup>64</sup>, Barbara PIPAN<sup>65</sup>, Vida TODOROVIĆ<sup>66</sup>, Marina ANTIĆ<sup>67</sup>, Aleksandra SAVIĆ<sup>68</sup>, Mirjana VASIĆ<sup>69</sup>, Creola BREZEANU<sup>70</sup> in Vladimir MEGLIČ<sup>71</sup>

Delovna skupina za zrnate stročnice v okviru ECPGR, *angl.* European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources, obravnava številne rastlinske vrste, ki so koristne za okolje, varnost preskrbe s hrano in služijo kot žlahtniteljski material. Vrste iz rodu *Lathyrus* sp. kljub velikemu potencialu v evropski zbirkni genskih virov niso dovolj zastopane, preučevane in izkoriščene. Navadni grahor (*Lathyrus sativus* L.) se v številnih evropskih državah tradicionalno uporablja kot zrnje za prehrano ljudi, listna masa pa kot krma za živali. V okviru projekta EUGrainLeg delovne aktivnosti potekajo v dveh smereh: a) izboljšanje podatkov o evropskih genskih virih zrnatih stročnic v sistemu AEGIS, *angl.* A European Genebank Integrated System; b) izboljšanje delovanja skupin za posamezne rastlinske vrste ter izmenjava izkušenj in znanja. Med genskimi viri navadnega grahorja obstaja velika morfološko-agronomska in genetska raznolikost, vendar je trenutno malo znanega o posameznih akcесijah, ki so zbrane v različnih evropskih genskih bankah. Na Kmetijskem inštitutu Slovenije smo v letu 2019 začeli s preučevanjem grahorja, ki je manj znana vrsta iz skupine zrnatih stročnic. V okviru raziskav na različnih projektih smo do zdaj popisali in zbrali genski material rodu *Lathyrus* sp. iz sedmih evropskih držav, tj. Slovenije, Srbije, Bosne in Hercegovine, Grčije, Portugalske, Romunije in Bolgarije. Na podlagi pridobljenih podatkov in semen smo oblikovali delovno zbirko 25 akcесij navadnega grahorja, ki jo v različnih okoljskih pogojih (poljski poskusi) vrednotimo s pomočjo izbranih deskriptorjev za vrste *Lathyrus* sp. Izmerili in/ali vizualno ocenili smo različne kvantitativne in kvalitativne IPGRI (*angl.* International Plant Genetic Resources Institute) deskriptorje, ki so v povezavi s cvetenjem, fenotipom, stroki in semen. Vrednotenje genskih virov navadnega grahorja na različnih nivojih (fenotipski, morfološko-agronomska, genetski, prehranski) bo zagotovilo za nove podatke v evropski zbirki grahorjev, ki bodo na voljo potencialnim uporabnikom preko dopolnjenih baz podatkov (nacionalne baze, EURISCO, itd.).

**Ključne besede:** navadni grahor, *Lathyrus sativus*, ECPGR, raznolikost

**Zahvala.** Raziskava je financirana s strani mednarodnega ECPGR projekta (Sixth Call of the ECPGR Activity Grant Scheme, 2018) in v sodelovanju z bilateralnima projektoma, ki ju financira ARRS: Slovenija – Srbija (BI-RS/20-21-015) in Slovenija – Bosna in Hercegovina (BI-BA/19-20-009).

<sup>64</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>65</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [barbara.pipan@kis.si](mailto:barbara.pipan@kis.si)

<sup>66</sup> PhD, Institute of Genetic Resources, University of Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, e-pošta: [vida.todorovic@agro.unibl.org](mailto:vida.todorovic@agro.unibl.org)

<sup>67</sup> PhD, Institute of Genetic Resources, University of Banja Luka, Bosnia and Herzegovina, e-pošta: [marina.antic@igr.unibl.org](mailto:marina.antic@igr.unibl.org)

<sup>68</sup> PhD, Institute of Field and Vegetable Crops, Serbia, e-pošta: [aleksandra.savic84@yahoo.com](mailto:aleksandra.savic84@yahoo.com)

<sup>69</sup> PhD, Institute of Field and Vegetable Crops, Serbia, e-pošta: [vasicka008@gmail.com](mailto:vasicka008@gmail.com)

<sup>70</sup> PhD, Vegetable Research and Developments Station Bacau, Romania, e-pošta: [creola.brezeanu@yahoo.com](mailto:creola.brezeanu@yahoo.com)

<sup>71</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)



## Diversity of *Lathyrus sativus* genetic resources

The working group for grain legumes within ECPGR (European Cooperative Program for Plant Genetic Resources) addresses a number of plant species that are beneficial for the environment, food security and as a breeding material. Species of the genus *Lathyrus* sp., despite their great potential, are not sufficiently represented, studied and exploited in the European collection of genetic resources. Grass pea (*Lathyrus sativus* L.) is traditionally used in many European countries as a grain food, and the leaf mass as animal feed. Within the EUGrainLeg project, work activities are carried out in two directions: a) improvement of data on European genetic resources of grain legumes in the AEGIS (A European Genebank Integrated System); b) improving the functioning of groups for individual plant species and exchanging experience and knowledge. There is a great morphological-agronomic and genetic diversity among the genetic resources of the grass pea, but little is currently known about the individual accessions collected in the various European gene banks. In 2019, the Agricultural Institute of Slovenia began studying grass peas, a little-known species from the group of grain legumes. As part of research on various projects, we have so far inventoried and collected genetic material of *Lathyrus* sp. from seven European countries, i.e. Slovenia, Serbia, Bosnia and Herzegovina, Greece, Portugal, Romania and Bulgaria. Based on the obtained data and seeds, we formed a working collection of 25 accessions of grass pea, which is under evaluations in different environmental conditions (field experiments) with the help of selected descriptors for *Lathyrus* sp. Several quantitative and qualitative IPGRI (International Plant Genetic Resources Institute) descriptors related to flowering, phenotype, pods and seeds were measured and/or visually evaluated. Evaluation of grass pea genetic resources at different levels (phenotypic, morphological-agronomic, genetic, nutritional) will provide unknown data in the European database, which will be available to potential users through updated databases (national databases, EURISCO, etc.).

**Key words:** grass pea, *Lathyrus sativus*, ECPGR, diversity

**Acknowledgement.** The research is funded by the international ECPGR project (Sixth Call of the ECPGR Activity Grant Scheme, 2018) and in cooperation with bilateral projects funded by ARRS: Slovenia–Serbia (BI-RS/20-21-015) and Slovenia–Bosnia and Herzegovina (BI-BA/19-20-009).



## Uporaba DNA markerjev za genetsko identifikacijo navadnega in golega ovsu (*Avena* sp.) pri preverjanju sortne pristnosti

Barbara PIPAN<sup>72</sup>, Romana RUTAR<sup>73</sup>, Lovro SINKOVIČ<sup>74</sup> in Vladimir MEGLIČ<sup>75</sup>

Čistota semena je delež količine semena tiste vrste, ki jo analiziramo, in količine semen drugih vrst rastlin in mrtvih primesi skupaj. Uporabnost genetske identifikacije sort se kaže pri analizah kakovosti semena, ko se na osnovi morfoloških znakov semena pri analizi čistote in klic v postopku kalivosti pojavi sum na drugo sorto, vrsto ali celo rod. Z aplikativno uporabo genetskih analiz smo uspešno rešili dvom o pristnosti sorte golega ovsu (*Avena nuda* L.) Kamil. Med semenom omenjene sorte so bile namreč primesi plevencev (zrna s plevami), zato se ni dalo z gotovostjo potrditi, ali gre za plevence iste vrste ali za primesi navadnega ovsu (*Avena sativa* L.). Na podlagi rezultatov morfologije semen sorte Kamil sta bila pripravljena dva sklopa pod-vzorcev (po 8 genotipov golcev in po 8 genotipov plevencev), poleg njih pa so bile v genetsko identifikacijo vključene še sorte navadnega ovsu Noni in štiri akcesije navadnega ovsu (ACC378, ACC379, ACC380, ACC381) iz Slovenske rastlinske genske banke, vsaka s po 4-imi genotipi. Skupno je bilo v genotipizacijo vključenih 36 genotipov rastlin vrste *Avena* sp. Z uporabo seta šestih visoko informativnih SSR markerjev in rezultatov analize genetske strukture, parametrov raznolikosti na posameznih lokusih, analize glavnih koordinat ter parnih genetskih primerjav, smo lahko potrdili, da so analizirani pod-vzorci pripadali isti vrsti in sorti, t.j. golemu ovsu Kamil in so bili kljub morfološki podobnosti dovolj različni od analiziranih sort in/ali akcesij navadnega ovsu.

**Ključne besede:** genetska identifikacija, SSR markerji, oves, sortna pristnost

<sup>72</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [barbara.pipan@kis.si](mailto:barbara.pipan@kis.si);

<sup>73</sup> Mag., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [romana.rutar@kis.si](mailto:romana.rutar@kis.si)

<sup>74</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>75</sup> Izr. prof. dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)



## Application of DNA markers for genetic identification of common and naked oats (*Avena* sp.)

Seed purity is the ratio between the amount of seed of the species being analysed and the seed quantities of other plant species and dead impurities combined. The use of genetic identification of varieties becomes important in seed quality analyses, when based on morphological seed traits in the analysis of purity and germination in the germination process, there is a suspicion of presence of another variety, species or even genus. With the use of genetic analyses, the doubt regarding the authenticity of the naked oats (*Avena nuda* L.) variety 'Kamil' was successfully solved. Among the seeds of the above-mentioned variety there was a presence of seeds with chaff, so it was not possible to confirm with certainty whether they were seeds of the same species with chaff or admixtures of common oats (*Avena sativa* L.) seeds. Based on the 'Kamil' variety seed morphology results, two types of sub-samples were prepared (8 genotypes of seeds with chaff and 8 genotypes without chaff), with addition of variety ('Noni') and four common oats accessions (ACC378, ACC379, ACC380, ACC381) from the Slovene plant gene bank, with 4 genotypes per ach. A total of 36 genotypes of *Avena* sp. were included in the genetic identification. Using a set of six highly informative SSR markers and the results of genetic structure analysis, diversity parameters at individual loci, principal coordinate analysis, and paired genetic comparisons, we were able to confirm that the analysed sub-samples belonged to the same species and variety, i.e. 'Kamil', and despite their morphological similarity were sufficiently different from the analysed varieties and/or accessions of common oats.

**Key words:** genetic identification, SSRmarkers, oat, varietal authenticity



## Uporaba funkcionalnih DNA markerjev za identifikacijo na sušo tolerantnih sort/hibridov koruze

Barbara PIPAN<sup>76</sup>, Lovro SINKOVIČ<sup>77</sup>, Aleš KOLMANIČ<sup>78</sup> Vladimir MEGLIČ<sup>79</sup> in Uroš ŽIBRAT<sup>80</sup>

Z analizo razpoložljivih dolgoročnih podatkov o odzivnosti hibridnih sort koruze (morfološki razvoj ter količina pridelka) v različnih razmerah (poudarek na letih s hudimi sušami), zbranih v nacionalnih programih preizkušanja, smo izbrali hibridne sorte koruze z različno toleranco na sušo in temperaturni stres. S pomočjo genetske analize smo preverili prisotnost genov za odpornost ter variabilnost le-teh znotraj posamezne hibridne sorte (osem rastlin). Pri izbiri funkcionalnih markerjev smo se osredotočili na tisti markerski sistem, ki se je po podatkih iz literature izkazal kot najbolj informativen, ponovljiv ter finančno ustrezен. Skupno smo identificirali set 21 funkcionalnih DNA SSR markerjev (Simple Sequence Repeat), ki na podlagi QTL študij in ostalih aplikativnih poljskih poskusov iz različnih predelov sveta izkazujejo visoko stopnjo polimorfnosti ter povezanost z zmožnostjo rastline da dostopa do vode v rastni sezoni. Nekateri izbrani funkcionalni markerji poleg povezanosti s sušnim stresom izkazujejo tudi povezanost z drugimi agronomsko pomembnimi lastnostmi, kjer je posredno vključena tudi toleranca na sušo (npr. pridelek zrnja, vitalnost rastlin, odpornost na temperaturni stres). V Genetskem laboratoriju Kmetijskega inštituta Slovenije smo za vse izbrane markerje optimizirali protokole (temperaturne profile, reakcijske mešanice ter uporabo najustreznejšega tipa reagentov) ter postopke kvalitativne in kvantitativne detekcije prisotnosti odpornostnih genov/alelov povezanih s sušo. Na podlagi pridobljenih rezultatov smo identificirali dve hibridni sorti; nosilca odpornosti/tolerance na sušni stres ter drugega, ki je na sušo občutljiv. Izbrani hibridni sorti spadata tudi v isti zrelostni razred. S pomočjo genetske analize smo zaznali kvalitativne razlike med odpornimi in neodpornimi hibridnimi sortami. Identificirali smo genske markerje, povezane z odpornostnimi geni na sušo, ki izvirajo iz različnih genskih ozadij, prav tako pa se nahajajo na različnih lokusih v genomu koruze. Analiza je pokazala veliko sorodnost hibridnih sort pri posameznih žlahtniteljih, kar pomeni, da uporabljam iste vire odpornosti/starševske linije v svojih žlahtniteljskih programih.

**Ključne besede:** funkcionalni DNA markerji, odpornostni geni, suša, koruza

<sup>76</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [barbara.pipan@kis.si](mailto:barbara.pipan@kis.si)

<sup>77</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [lovro.sinkovic@kis.si](mailto:lovro.sinkovic@kis.si)

<sup>78</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [ales.kolmanic@kis.si](mailto:ales.kolmanic@kis.si)

<sup>79</sup> Izr. prof. dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [vladimir.meglic@kis.si](mailto:vladimir.meglic@kis.si)

<sup>80</sup> Dr., Kmetijski inštitut Slovenije, e-pošta: [uros.zibrat@kis.si](mailto:uros.zibrat@kis.si)



## Application of functional DNA markers to identify drought tolerant maize varieties / hybrids

By analyzing the available long-term data on the responsiveness of maize varieties (morphological development and yield) in different conditions (emphasis on years with severe droughts), collected in national testing programs, we have selected maize varieties/hybrids that tolerate drought and temperature stress differently. Each variety/hybrid was represented by 8 individual plants to get additional information about variability of resistance genes within each variety/hybrid. When identifying functional markers, we have focused on the marker system that, according to data from the literature, is proven to be the highly informative, repeatable and cost-effective. We have identified a set of 21 functional DNA SSR markers (Simple Sequence Repeat) which, based on the QTL studies and other applied agronomic experiments from different parts of the world, show a high level of polymorphism and association with the plant water availability during the growing season. Moreover, a few selected functional markers linked to drought tolerance also showed indirect association to other agronomically important traits, (eg. grain yield, plant fitness, tolerance to temperature stress). In the Genetic Laboratory at Agricultural Institute of Slovenia, we have optimized protocols for all selected markers (temperature profiles, reaction mixtures and the use of the most effective chemistry) and protocols for qualitative and quantitative detection of drought associated resistance genes/alleles. Based on the evaluation we have identified two hybrids; drought resistant/tolerant and drought susceptible one. Both hybrids are of the same maturity class. Results of the qualitative genetic analysis point to a significant difference between resistant and susceptible varieties, indicating that we were successful employing gene markers associated to drought resistance. The most informative markers originated from the geographically different genetic background of the European germplasm and are located at different loci within the maize genome. Results show that the hybrids from the same breeding institution are grouped together, which indicates that they are using same or related genetic material for their variety/hybrid development.

**Key words:** functional DNA markers, resistance genes, drought, maize



Slovensko agronomsko društvo

Slovenian Society of Agronomy



RWA Slovenija, d. o. o.

Dolenjska cesta 250 a, 1291 Škofljica

t: 01 514 00 70, e: semena@agrosaat.si



[www.agrosaat.si](http://www.agrosaat.si)



**CORTEVA™**  
agriscience



**PIONEER®**  
MADE TO GROW™