



# glasilo biljne zaštite



# GLASILO BILJNE ZAŠTITE

## Glasilo Hrvatskog društva biljne zaštite

Glavna urednica  
prof. dr. sc. Renata Bažok

Tehnička urednica  
doc. dr. sc. Darija Lemić

Uređivački odbor:

dr. sc. Bogdan Cvjetković, prof. emer., prof. dr. sc. Jasminka Igrc Barčić, prof. dr. sc. Klara Barić,  
prof. dr. sc. Jasenka Ćosić, Aleksandra Radić, dipl. ing., Marina Mikac, mag. ing. agr.,  
dr. sc. Zdravka Sever, dr. sc. Mladen Šimala, prof. dr. sc. Renata Bažok, doc. dr. sc. Darija Lemić

Nakladnik: Hrvatsko društvo biljne zaštite  
c/o Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Svetošimunska 25, Zagreb  
tel/faks. +385 (0)1 23 93 737

Copyright: Hrvatsko društvo biljne zaštite i autori  
Lektorica: Jasminka Čovran

Realizacija: Infomart Zagreb d.o.o.  
Marketing: Abeceda Agro d.o.o. 098 488 965

Časopis se citira u **CAB Abstracts bazama**

Godišnja pretplata  
Žiro račun: Hrvatsko društvo biljne zaštite, Zagreb, br. IBAN HR85 2360 0001 1015 0920 9  
OIB 37428897556

### ČLANARINA U HRVATSKOM DRUŠTVU BILJNE ZAŠTITE:

ČLANSTVO U HRVATSKOM DRUŠTVU BILJNE ZAŠTITE  
(uključuje članarinu i časopis GBZ).....46,46 €

ČLANSTVO U HRVATSKOM DRUŠTVU BILJNE ZAŠTITE  
ZA STUDENTE I UMIROVLJENIKE  
(uključuje članarinu i časopis GBZ).....19,91 €

Slika na naslovnici:  
Daljinski monitoring vinograda  
(Zavod za melioracije Agronomski fakultet Zagreb)

## SADRŽAJ

<b>Mladen Šimala, Maja Pintar:</b> <i>Dendrothrips ornatus</i> (Jablonowski, 1894) (Thysanoptera: Thripidae) – do sada nepoznat štetnik kaline u Hrvatskoj .....	353
<b>Saša Prđun, Helena Virić Gašparić:</b> Veliki ( <i>Galleria mellonella</i> L.) i mali ( <i>Achroia grisella</i> Fabricius) voskov moljac – štetnici u pčelarstvu i metode suzbijanja .....	360
<b>Elena Petrović, Renata Baličević, Jasenka Ćosić, Karolina Vrandečić, Sara Godena:</b> Biološka kontrola najznačajnijih uzročnika bolesti masline .....	370
<b>Milorad Vojvodić, Sandra Skendžić, Darija Lemić:</b> Mogućnost uporabe multispektralnih kamera u poljoprivredi .....	391
SKUPOVI	
<b>13. Međunarodni poljoprivredni simpozij "AGROSYM 2022"</b> .....	405
<b>5. simpozij hrvatskog entomološkog društva</b> .....	406
<b>20th European carabidologists meeting</b> .....	407
<b>57. hrvatski i 17. međunarodni simpozij agronoma</b> .....	409
<b>58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma</b> .....	410
<b>1st International Symposium on Digital Technologies in Agriculture (ISDTA 2022) i 1st Satellite Workshop Digital Agriculture in Rural Area (DIGITAGRA 2022)</b> .....	411
<b>20. ICC konferencija</b> .....	413
<b>19. simpozij europskog društva za proučavanje i suzbijanje korova (EWRS)</b> .....	413
<b>4. međunarodna konferencija o ambroziji</b> .....	415
<b>28th International Working Group of Ostrinia and other maize pests (IWGO)</b> .....	417
<b>Radionica europskog društva za proučavanje i suzbijanje korova (EWRS)</b> .....	418
OSTALO	
<b>Renata Bažok:</b> Prema poljoprivredi bez pesticida .....	419



ZA BRZ OPORAVAK OD STRESA  
I AKTIVACIJU RASTA

**MEGAFOL**

ZA SNAŽNIJI USJEV



ZA STABILNE PRINOSE I KVALITETU

Prije uporabe uvijek pročitajte etiketu i informacije o sredstvu.  
Izdanje: Travanj 2023. © 2023 Syngenta [www.syngenta.hr](http://www.syngenta.hr)

# GLASILO BILJNE ZAŠTITE

GODINA XXIII

TRAVANJ - SVIBANJ

BROJ 3

**Mladen ŠIMALA, Maja PINTAR**Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Centar za zaštitu bilja, Zagreb  
mladen.simala@hapih.hr

## ***Dendrothrips ornatus* (Jablonowski, 1894) (Thysanoptera: Thripidae) – DO SADA NEPOZNAT ŠTETNIK KALINE U HRVATSKOJ**

### SAŽETAK

Trips kaline *Dendrothrips ornatus* (Jablonowski, 1894.) nađen je prvi put u Hrvatskoj na biljkama kaline u živoj ogradi u Čazmi, u lipnju 2020. Listovi su na gornjoj strani bili jako srebrnasti, a na naličju su detektirane brojne žute ličinke tripsa. Vrsta tripsa u uzorku identificirana je na osnovi morfoloških karakteristika odraslih ženki, s pomoću relevantnih ključeva. *D. ornatus* je Palearktička vrsta proširena diljem Europe. Polifagan je štetnik koji živi i razmnožava se na listovima kaline, jorgovana, jasena, johe, lijeske i lipe.

**Ključne riječi:** trips kaline, *Ligustrum vulgare* L., prvi nalaz, Hrvatska

### UVOD

Kalina (*Ligustrum* spp.) zimzeleni je trajni grm iz porodice maslinovki (Oleaceae). Rasprostranjena je u prirodi na području Europe, zapadne Azije i sjeverne Afrike. Često se uzgaja na okućnicama, u vrtovima i parkovima kao ukrasna, solitarna biljka ili za oblikovanje živih ograda. Početkom lipnja 2020. u Centru za zaštitu bilja zaprimljen je uzorak grančica kaline (*Ligustrum vulgare* L.) uzet s biljaka iz žive ograde u Čazmi (slika 1). Na jako srebrnasto mramoriranim listovima detektirane su brojne žučkaste ličinke tripsa. Laboratorijskom analizom određena je vrsta *Dendrothrips ornatus* (Jablonowski, 1894.). *Dendrothrips* Uzel, 1895 vrstama je najbrojniji rod tripsa potporodice Dendrothripinae, koja taksonomski pripada porodici Thripidae. Unutar roda *Dendrothrips* opisano je u svijetu trenutačno 56 vrsta. Sve one hrane se na listovima drvenastih biljaka domaćina (Noguchi i Masumoto, 2019.). *D. ornatus* je palearktička vrsta koja se hrani, razmnožava, razvija i kukulji na listovima kaline i jorgovana (Wang i sur., 2019). Proširena je u Kini i mnogim državama Europe (Fauna Europaea, 2020.). U Hrvatskoj vrsta *D. ornatus* do sada nije nađena, niti su zabilježene štete na kultiviranim biljnim vrstama.



**Slika 1.** Živa ograda kaline napadnuta tripsom kaline (snimio Ž. Bačani)

### MATERIJAL I METODE

U dostavljenu uzorku grančica kaline (*L. vulgare*), odrasli primjerci tripsa izolirani su iz biljnog materijala u laboratoriju metodom otresanja iznad bijelog plastičnog pladnja. Do laboratorijske analize pohranjeni su u hladnjaku, u mješavini devet dijelova 60-postotnog etilnog alkohola i jednog dijela glacijalne octene kiseline te glicerina u Eppendorf epruveti (Mound i Kibby, 1998.). Vrsta tripsa identificirana je klasičnom mikroskopskom metodom na osnovi morfoloških karakteristika odraslih stadija ženki, s pomoću dijagnostičkih dihotomnih ključeva. Odrasle ženke pripremljene su za izradu trajnih mikroskopskih preparata s pomoću binokularne lupe Olympus SZX 7. Postupak preparacije tripsa proveden je modificiranom metodom opisanom od Mound i Kibby-a (1998.). Primjerci tripsa pincetom su iz Eppendorf epruvete premješteni u mliječnu kiselinu u staklenoj epruveti. Sadržaj je zagrijavan 10 minuta u sterilizatoru tipa MS-1 na 90 °C. Tripsi su zatim pincetom preneseni iz epruvete u benzilni alkohol u satnom stakalcu i pokriveni polovicom staklene petrijeve posude. Nakon jednog sata primjerci tripsa položeni su dorzoventralno na predmetno stakalce, u nekoliko kapi mješavine kemikalija Canada balsama (dva dijela) i benzilnog alkohola (jedan dio) te su pokriveni pokrovnim stakalcem. Za determinaciju vrste tripsa korišteni su identifikacijski ključevi Mound i Kibby (1998) te Zur Strassen (2003). Determinacija je obavljena korištenjem svjetlosnog mikroskopa Olympus BX 51 (okulari s povećanjem 10x i objektivi s povećanjem 4, 10, 20, 40 i 100x) s digitalnom kamerom Olympus, model DP 25. Mikroskopski trajni preparati tripsa, nakon završena postupka preparacije i etiketiranja, sušeni su u sterilizatoru oko dva

mjeseca na 40 °C. Trajni preparati tripsa pohranjeni su u entomološkoj zbirci HAPIH – Centra za zaštitu bilja.

## REZULTATI I RASPRAVA

Vrsta *D. ornatus* determinirana je u uzorku listova kaline (*L. vulgare*) prikupljenu u Čazmi (N 45°44'57.8" E 16°35'49.2") 8. lipnja 2020. Budući da tijekom dosadašnjih istraživanja faune tripsa u Hrvatskoj ona nije zabilježena, ovo je prvi nalaz. Faunistička istraživanja provedena u Hrvatskoj do sada su rezultirala nalazom samo dvije vrste tripsa iz roda *Dendrothrips*, *Dendrothrips degeeri* Uzel, 1895 (Raspudić i sur., 2003.; Raspudić i sur., 2009.) i *Dendrothrips phyllireae* (Bagnall, 1927.) (Šimala i sur., 2017.). Također, u stručnoj se literaturi vrsta *D. ornatus* ne navodi kao štetnik kaline u nas.

### Opis vrste

Odrasle ženke vrste *D. ornatus* smeđe su boje, a mužjaci su žućkastobijeli. Vrlo su sitni i ubrajaju se u manje vrste unutar faune tripsa. Prema Zur Strassenu (2003.), duljina tijela ženke kreće se od 1,02 do 1,23 mm, a mužjaka od 0,71 do 0,84 mm. Vrstu karakteriziraju prednja prugasta krila koja imaju četiri tamne te tri bijele poprečne pruge (slika 2). To je i najvažnija morfološka razlikovna karakteristika između vrste *D. ornatus* i morfološki vrlo bliskih, u Europi zabilježenih vrsta *D. degeeri* te *Dendrothrips priesneri* Zur Strassen, 1965 (Zur Strassen, 2003).



**Slika 2.** Odrasla ženka *D. ornatus* (snimio M. Šimala)

Mikroskopske morfološke karakteristike odraslog stadija ženke na osnovi kojih je obavljena identifikacija vrste *D. ornatus*: glava i *pronotum* nemaju duge

*setae*, ticala su sastavljena od osam članaka, ali je šesti djelomično podijeljen i formira prividni deveti članak; II. članak ticala kod ženke tamnosmeđe je boje, a III., IV. i V. su žuti ili žućkasto sivi; prednja krila imaju tup, okruglast vrh; rese na prednjem rubu prednjih krila izdižu se ventralno iza ruba, a na stražnjem rubu smještene su na samom rubu; *setae* na žilama prednjih krila kratke su; *metanotum* je izduženo mrežast (slika 3 a) sa središnjim parom *setae* koje su kratke i smještene u sredini; vilica (*furca*) na *metathoraxu* ima oblik lire i dopire do *mesothoraxa* (slika 3 b); središnji par *setae* na *tergitima* na člancima zatka II.-VIII. duge su i međusobno blizu pozicionirane (slika 3 c); *tergiti* zatka imaju na rubnim trećinama mrežastu strukturu; VIII. *tergit* zatka na stražnjem rubu ima potpun niz tankih, kratkih dlačica (slika 3 d); III.-VII. *sterniti* zatka imaju na stražnjem rubu tri para kratkih *setae* (slika 3 e) (Mound i Kibby, 1998.; Zur Strassen, 2003.).



**Slika 3.** Mikroskopske morfološke karakteristike vrste *D. ornatus*: *metanotum* (a), vilica (*furca*) na *methoraxu* (b), središnji par *setae* na *tergitima* zatka III.-VI. (c), VIII. *tergit* zatka (d), *setae* na *sternitima* zatka III.-VII. (e) (snimio M. Šimala)

Ličinke vrste *D. ornatus* crvolike su, prozirne, žućkastobijele boje (slika 4).



**Slika 4.** Ličinka *D. ornatus* (snimio M. Šimala)



### Biologija i ekologija

Vrsta *D. ornatus* razvija tijekom godine dvije ili više generacija i prisutna je na biljkama domaćinima od travnja do studenoga (Alford, 2012.). Kao i ostale vrste tripsa, i vrsta *D. ornatus* tijekom života prolazi pet razvojnih stadija: stadij jaja, dva aktivna stadija ličinke koji se hrane, slijede dva relativno neaktivna stadija kukuljice i na kraju odrasli razvojni stadij. Zimu vrsta preživljava kao odrasla ženka skrivena u otpalu lišću, ispod kore biljke domaćina ili u mahovini. Ženke napuštaju mjesto prezimljenja tijekom travnja i svibnja, dopunski se hrane na listovima i odlažu jaja s pomoću leglice na naličju lista ili u peteljke, samo iznimno na licu lista. Nakon otprilike tjedan dana iz jaja izlaze ličinke koje se hrane sisanjem na naličju lista (Schread, 1969; Kereši i sur., 2016). Odrasli stadiji vrste *D. ornatus*, kao i ostalih vrsta iz potporodice Dendrothripinae, jako skaču, što je posljedica aktivnosti mišića stražnjih nogu povezanih s iznimno velikom, izduženom vilicom (*furca*) na *metathoraxu* (Mirab-balou i sur., 2011.).

### Štetnost i simptomi napada

Trips kaline polifagni je štetnik koji napada drvenaste biljne vrste iz rodova *Ligustrum* (kalina), *Fraxinus* (jasen), *Syringa* (jorgovan), *Alnus* (joha), *Corylus* (lijeska) i *Tilia* (lipa) (Zur Strassen, 2003.). Ishrana ličinkama i odraslih stadija na listovima uzrokuje pojavu srebrnastih pjega na licu listova koje se s vremenom proširuju i zahvaćaju cijeli list, što rezultira srebrolikim mramoriranjem lista (slika 5). Istodobno se na listu pojavljuju brojne sitne, tamne kapljice izmeta tripsa. Ovakvu identičnu sliku simptoma na listovima raznog drvenastog ukrasnog bilja uzrokuju i neke druge u Hrvatskoj poznate vrste tripsa, na primjer *Heliethrips haemorrhoidalis* (Bouche, 1833.) ili *Echinothrips americanus* (Morgan, 1913.). Lišće kaline jako napadnuto tripsom uvija se, otvrdne, osuši i prerano otpadne. Time se izravno narušava estetska vrijednost i funkcionalnost žive ograde.



**Slika 5.** Simptomi napada *D. ornatus* na listovima kaline (snimila M. Pintar)

### Suzbijanje

Smanjenju populacije štetnika na napadnutim biljkama kaline pridonosi skupljanje i uništavanje otpaloga lišća ujesen. Tijekom vegetacije potrebno je redovito zalijevati biljke vodom i po potrebi prihraniti. Kod sadnje žive ograde preporučuje se izbjegavati pregustu sadnju. Jako napadnute izboje u vegetaciji dobro je porezati i uništiti. Za signaliziranje početka napada i za smanjenje brojnosti tripsa na biljkama dobro je koristiti plave ljepljive ploče. Kod masovne pojave štetnika na biljkama prije samog kemijskog tretiranja preporučuje se obaviti orezivanje i oblikovanje žive ograde od kaline, uz uništavanje orezanoga zaraženoga biljnog materijala. Zatim se preporučuje poprskati biljke, osobito s donje strane lista jakim mlazom čiste hladne vode, može i s pomoću visokotlačnog čistača te na kraju provesti tretiranje nekim insekticidom. Budući da u Hrvatskoj ni jedan pripravak nije službeno registriran za ciljano suzbijanje tripsa kaline, za kemijsko suzbijanje mogu se koristiti sredstva registrirana za suzbijanje tripsa općenito (Thysanoptera) na ukrasnom drveću i grmlju (npr. abamektin), sukladno uputama za uporabu.

### ZAKLJUČAK

Trips kaline (*D. ornatus*) novozabilježen je član faune tripsa u Hrvatskoj. Nalaz u Čazmi, u lipnju 2020., nova je spoznaja o njegovoj štetnosti na kalini, što će posjednicima ove često uzgajane biljne vrste pomoći u detekciji simptoma napada i razumijevanju simptomatologije te provedbi suzbijanja.

### SUMMARY

#### ***Dendrothrips ornatus* (Jablonowski, 1894) (Thysanoptera: Thripidae) – UNKNOWN PEST OF PRIVET IN CROATIA SO FAR**

Privet thrips *Dendrothrips ornatus* (Jablonowski, 1894) was detected for the first time in Croatia in privet hedge in Čazma in June 2020. The upper surface of leaves was noticeably silvery and on lower surface numerous yellow thrips' larvae were detected. Adult thrips specimens isolated from the sample were identified to the species level on the basis of morphological characters of adult females, using classical identification method according to the relevant morphological keys. *D. ornatus* is a Palearctic species widespread in Europe. It is a polyphagous pest, living and breeding on leaves of privet, syringa, ash, alder, hazel and lime.

**Key words:** privet thrips, *Ligustrum vulgare* L., first record, Croatia

## LITERATURA

- Alford, D. V.** (2012.). Pests of Ornamental Trees, Shrubs and Flowers. A Colour Handbook. Manson Publishing Ltd, London, UK, 480 pp.
- Fauna Europaea** (2020). *Dendrothrips ornatus* (Jablonowski, 1894.). Distribution Europe and worldwide. [https://fauna-eu.org/cdm\\_dataportal/taxon/56575fe1-d1b2-4d5e-95db-8b79ee6f9833](https://fauna-eu.org/cdm_dataportal/taxon/56575fe1-d1b2-4d5e-95db-8b79ee6f9833) (pristupljeno: 16. 6. 2020.)
- Kereši, T., Sekulić, R., Popović, A.** (2016.). Bolesti i štetočine u hortikulturi (deo – štetočine u hortikulturi). Univerzitet u Novom Sadu. Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, 213 pp.
- Mirab-balou, M., Tong, X., Feng, J., Chen, X.** (2011.). Thrips (Insecta: Thysanoptera) of China. Check List 7(6), 720-744.
- Mound, L. A., Kibby, G.** (1998.). Thysanoptera. An Identification Guide. 2nd edition. Wallingford, UK, CAB International, 70 pp.
- Noguchi, S., Masumoto, M.** (2019.). Description of a new species of the genus *Dendrothrips* Uzel (Thysanoptera: Thripidae) from Japan. Zootaxa 4695 (1), 95-100.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Jenser, G.** (2003.). Check list on Thysanoptera in Croatia. Entomol. Croat. 7 (1-2), 35-41.
- Raspudić, E., Ivezić, M., Brmež, M., Trdan, S.** (2009.). Distribution of Thysanoptera species and their host plants in Croatia. Acta agriculturae Slovenica 93, 275-283.
- Schread, J. C.** (1969.). Privet thrips. Circular of the Connecticut agricultural experiment station, New Haven, 230. <https://portal.ct.gov/-/media/CAES/DOCUMENTS/Publications/Circulars/C230pdf.pdf?la=en> (pristupljeno: 16. 6. 2020.)
- Šimala, M., Pintar, M., Masten Milek, T., Markotić, V., Bjelja, Ž.** (2017.). Rezultati programa posebnog nadzora karantenskih vrsta tripsa iz roda *Scirtothrips* Shull, 1909 na agrumima u Hrvatskoj. Glasilo biljne zaštite 17 (6), 523-538.
- Wang, Z., Mound, L. A., Tong, X.** (2019.). Character state variation within *Dendrothrips* (Thysanoptera: Thripidae) with a revision of the species from China. Zootaxa 4590 (2), 231-248.
- Zur Strassen, R.** (2003.). Die terebranten Thysanopteren Europas und des Mittelmeer-Gebietes. Goecke & Evers, Keltern, Deutschland: 277 pp.

Izvorni znanstveni rad

**Saša PRĐUN<sup>1</sup>, Helena VIRIĆ GAŠPARIĆ<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za ribarstvo, pčelarstvo, lovstvo i specijalnu zoologiju

<sup>2</sup>Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju  
hviric@agr.hr

## **VELIKI (*Galleria mellonella* L.) I MALI (*Achroia grisella* Fabricius) VOSKOV MOLJAC – ŠTETNICI U PČELARSTVU I METODE SUZBIJANJA**

### **SAŽETAK**

Voskovi moljci štetnici su pčelinjih zajednica diljem svijeta, a prosječan se ekonomski gubitak uslijed njihova napada procjenjuje na oko 38 %. Glavni su predstavnici veliki (*Galleria mellonella* L.) i mali (*Achroia grisella* Fabricius) voskov moljac. Iako se odrasli oblici lako raspoznaju prema veličini, teško je razlikovati jaja i gusjenice tih vrsta ako se pojave istovremeno. Poznavanjem njihovih morfoloških karakteristika moguće je pravilno identificirati vrste. Kritično je razdoblje napada rana jesen i kasno proljeće. Osim što ishranom izravno oštećuju izgrađeno saće te u manjoj mjeri i neizgrađenu satnu osnovu, uništavaju i uskladišteni pčelinji kruh (pelud) te drvene dijelove košnice poput unutrašnjih stijenki nastavaka, podnica ili okvira. Prijenosnici su različitih patogena poput bakterije *Paenibacillus larvae*, izraelskog virusa akutne paralize i virusa crnih matičnjaka u ličinkama. Higijenske mjere osiguravaju učinkovito upravljanje pčelinjim zajednicama, no često nisu dostatne kod uzgoja velikog broja košnica. Kemijski fumiganti najčešći su izbor u suzbijanju voskovih moljaca. U svijetu se učestalo koriste etilen bromid, kalcijev cijanid, metilni bromid, fosfin, paradiklorbenzen (PDB), naftalen i ugljikov dioksid, dok su u Hrvatskoj najzastupljenije octena i mravlja kiselina te sumpor. S obzirom na nepoželjan utjecaj kemijskih sredstava na ekosustav nametnula se potreba za razvojem ekotoksikološki prihvatljivijih metoda zaštite uskladištena saća poput toplinske obrade, tretmana ozonom, sterilizacije mužjaka gama zrakama, uporabe feromonskih i svjetlosnih lovki te primjene bioloških pripravaka na bazi *Bacillus thuringiensis*, entomopatogenih nematoda i gljiva te prirodnih neprijatelja. Buduća istraživanja nužno je usmjeriti u razvoj poboljšanih alata za praćenje i suzbijanje voskovih moljaca, zbog nedostatka podataka, posebno na lokalnoj razini.

**Ključne riječi:** ekotoksikološki prihvatljivije metode, fumigacija, higijenske mjere, identifikacija, medonosna pčela, voskovi moljci.

### **UVOD**

U Republici Hrvatskoj danas ima 8900 pčelara koji posjeduju oko 530 000 pčelinjih zajednica. Od tog broja 41,5 % pčelara ima do 30 zajednica, 55 % od

31 do 150 zajednica, a samo 3,5 % pčelara više od 150 zajednica. Godišnja proizvodnja i raznovrsnost meda ovise o vremenskim prilikama i medonosnim biljnim vrstama dostupnima pčelama u određenu razdoblju. Godišnji prosječan prinos meda po košnici iznosi > 20kg (MP, 2023.). Voskovi su moljci sveprisutni štetnici pčelinjih zajednica diljem svijeta. Pripadaju redu Lepidoptera, porodici Pyralidae. Glavni su predstavnici veliki (*Galleria mellonella* L.) i mali (*Achroia grisella* Fabricius) voskov moljac (slika 1). Često ih se u narodu naziva pčelinji ili sačasti moljci te voštani ili mrežasti crvi (Ellis i sur., 2013.). Odrasli leptiri ne čine štete na saću jer se uopće ne hrane, nego štete nanose njihove gusjenice koje imaju izražen usni organ za grizenje i žvakanje (Paddock, 1918.). Gusjenice malog voskova moljca često se hrane na podnici jer ih veći voskovi moljci brojčano nadmašuju kada se obje vrste pojavljuju istovremeno. Smatraju se jednim od najznačajnijih štetnika u pčelarstvu jer se njihove gusjenice, osim voskom, hrane i peludom, medom te kukuljicama pčela (Lažec, 2022.). Do danas još uvijek nedostaje procjena ekonomskog utjecaja voskovih moljaca na globalnoj razini, no procijenjeni gubitak u dobiti iznosi prosječno 3,9 do 5,1 % (Hood i sur., 2003.). Prema podatcima iz Irana, akumulirani ekonomski gubitak uzrokovan napadom velikog moljca procijenjen je na 38 % (Jafari i sur., 2010.). Ekonomska važnost ovih štetnika rezultirala je nizom istraživanja o njihovu životnom ciklusu, biologiji, ekologiji, molekularnoj biologiji, fiziologiji i suzbijanju.



**Slika 1.** Voskovi moljci. A - veliki (*Galleria mellonella* L.): gore – mužjak; dolje – ženka; B – mali (*Achroia grisella* Fabricius): gore – mužjak; dolje – ženka (Snimila: Buss, L., University of Florida, prema Ellis i sur., 2013.).

### VELIKI VOSKOV MOLJAC

Veliki voskov moljac široko je rasprostranjen po cijelom svijetu, a prevladava u toplijim područjima. Zabilježen je u više od 100 zemalja (CABI, 2022.). Ima debelo tijelo, crvenkastosmeđe boje s pjegavim prednjim krilima i blijedokrem boje na stražnjim krilima s vidljivim blagim resama. Veličina mu se kreće oko 15 mm s rasponom krila do 31 mm (Williams, 1997.). Ženka je obično nešto veća i teža od mužjaka te živi oko 12 dana, odnosno desetak dana kraće od mužjaka

čiji životni vijek doseže do 21 dan. Mužjaci su svjetlije boje u odnosu na ženke (Paddock, 1918.). Aktivnost velikog voskova moljca počinje u ožujku s dolaskom prvih toplijih dana, a svoj vrhunac doseže u kolovozu nakon čega se aktivnost progresivno smanjuje prateći pad temperatura. Aktivnost potpuno prestaje kada temperatura padne ispod 10 °C. Razvojni ciklus traje od četiri tjedna do šest mjeseci što direktno ovisi o temperaturi zraka. Idealni su uvjeti za razmnožavanje temperatura zraka od 30 °C i relativna vlažnost zraka od oko 40 % (Khan i Shah, 2019.). Životni ciklus (slika 2) odvija se u pet faza koje uključuju jaje, gusjenicu koja se presvlači između sedam i devet puta, ovisno o temperaturi, predkukuljicu i kukuljicu te stadij odrasla leptira. Parenje se odvija ubrzo nakon pojave odraslih jedinki. Budući da je noćni kukac, vrhunac aktivnosti odvija se između 18 sati i 24 sata (Paddock, 1918.; Chase, 1921.; Charriere i Imdorf, 1999.; Jorjão i sur., 2018.).



**Slika 2.** Razvojni stadiji *G. mellonella*: jaja (1), gusjenica stara približno 10 dana (2), gusjenica stara približno 20 dana (3), gusjenica stara 25 – 35 dana (4 i 5), posljednji stadij gusjenice stare približno 40 dana (6), predkukuljica i kukuljica (7 i 8), odrasli moljac (9) (Prema Jorjão i sur., 2018.).

Neposredno prije kopulacije mužjaci proizvode specifične kratke ultrazvučne signale koji privlače ženke i potiču njihovo ubrzano mahanje krilima. Mahanje krila ženki uzrokuje otpuštanje feromona kod mužjaka, što dovodi do pojačana privlačenja ženki (Spangler, 1984., 1985., 1987.; Jones i sur., 2002.). Parenje se odvija unutar samoga napadnutog saća ili izvan košnice te se po završetku parenja ženka vraća na saće kako bi položila do 150 jaja (Ellis i sur., 2013.), od biserno bijele do svijetloružičaste boje (Williams, 1997.). Jaja polaže u skupine unutar četiri do pet dana i to u pukotine između dijelova košnice, na mračnim i skrivenim mjestima do kojih pčele ne mogu doći (Antolović, 2016.). Ovisno o temperaturi, gusjenice se pojavljuju kroz pet do osam dana nakon polijeganja jaja pri temperaturi od 24 do 27 °C, a pri nižim temperaturama to razdoblje može doseći i do 30 dana. Četiri dana prije izlijeganja, gusjenica je vidljiva kao tamni prsten unutar jajeta, a 12 sati prije vidi se potpuno formirana jedinka kroz opnu jajeta (Paddock, 1918.). Odmah započinju s ishranom i stvaranjem pređe koja je jasno vidljiva na saću. Tijelo im je kremastobijelo sa sivim do tamnosivim oznakama (Williams, 1997.). Prvi stadij gusjenice dug je 1 – 3 mm, a abdominalne noge nisu vidljive. Stariji stadiji sivkaste su boje i dugi oko 25 –

30 mm. Većina rasta događa se tijekom posljednja dva stadija. Kapsula glave žućkasta je do crvenkasta i manja od jače izražena protorakalnog segmenta. Gusjenica, nakon što pronade mjesto u košnici za kukuljenje, počinje presti svilene niti tvoreći kokon koji pričvrsti za izdubljene drvene dijelove. Nakupine kokona uz rub okvira karakteristika su prisutnosti velikog voskova moljca (slika 3), a kokoni malog voskova moljca naći će se pojedinačno u tunelima saća (Paddock, 1918.).



**Slika 3.** Kokoni velikog voskova moljca na rubovima okvira (Snimio: Prđun, S. 2022.).

Tek formirana kukuljica je bijela, a nakon četiri dana poprima smeđu boju koja postaje sve tamnija kroz razdoblje razvoja koje, ovisno o temperaturi, može trajati od 6 do 55 dana. Kukuljica doseže do 16 mm te ima karakterističan niz bodlji od stražnjeg dijela glave do petog trbušnog segmenta, (Paddock, 1918.; Williams, 1997.).

### **MALI VOSKOV MOLJAC**

Mali voskov moljac kozmopolitski je rasprostranjen i prisutan gotovo svugdje gdje se uzgajaju medonosne pčele. Uspješnije se nastanio u toplijoj tropskoj i suptropskoj klimi te ne može preživjeti duga razdoblja niskih temperatura. Međutim, može preživjeti na većim geografskim širinama i nižim temperaturama od velikog voskova moljca. Odrasli su leptiri mali, srebrnasta tijela s upadljivo žutom glavom, prednjim krilima ovalna oblika i stražnjim krilima s jakim resama. Ženka je duga 13 mm, a mužjak 10 mm (Williams, 1997.). Odrasle jedinice žive otprilike tjedan dana i najaktivnije su noću. Parenje se obično događa unutar košnica medonosnih pčela. Mužjaci malog voskova moljca također ultrazvučnim signalima privlače ženke na mjesta parenja (Wojda i sur., 2020.). Tijekom dana odrasle jedinice ostaju skrivene na drveću i grmlju u blizini pčelinjaka. Razvojni ciklus isti je kao i kod velikog voskova moljca (Egelie i sur., 2022). Odrasle ženke obično polažu jaja u zaštićene pukotine u blizini izvora hrane. Jaja su kremasto bijela i okrugla, a izlegu se obično za pet do osam dana. Tijelo gusjenice je usko, bijele boje sa smeđom glavom (Williams, 1997.). Razvoj gusjenice može trajati između jednog mjeseca

i pet mjeseci, u prosjeku šest do sedam tjedana, pri temperaturi zraka 29 do 32 °C. Dužina gusjenice iznosi od 1 mm do 18,8 mm kod potpuno odrasle jedinke (Sharma i sur., 2011.). Kukuljica je žutosmeđa u bijelom kokonu, često prekrivena travom i drugim biljnim otpadom. Veličine je oko 12 mm (Williams, 1997.). Mali voskov moljac sekundarni je štetnik pčelinjih zajednica jer šteti samo zajednicama koje su već oslabljene drugim čimbenicima, kao što su loša matica, različite bolesti, loša peludna ishrana i/ili primarni štetnici poput *Varoe destructor* (Egelie i sur., 2022).

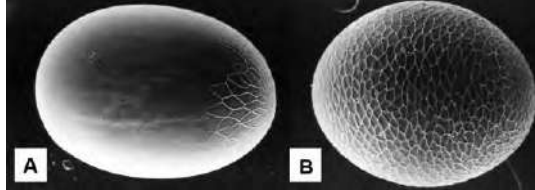
## IDENTIFIKACIJA MALOG I VELIKOG VOSKOVA MOLJCA

Obje vrste voskova moljca prolaze potpunu metamorfozu i imaju sličan razvojni ciklus. Uz pravilnu obuku i prikladnu laboratorijsku opremu (binokular, mikroskop) mogu se uočiti razlike između velikih i malih voskovih moljaca u svim životnim fazama. Osnovna razlikovna karakteristika odraslih jedinki ovih vrsta je veličina leptira (Ellis i sur., 2013.). Ako se jave istovremeno, teško je razlikovati jaja i gusjenice, no s pomoću specifičnih karakteristika moguće je izvršiti pravilnu identifikaciju. Primjerice, površinska tekstura jaja ili prisutnost jednostavnih očiju na glavi i izgled dušnika gusjenica mogu se koristiti za razlikovanje velikih i malih voskovih moljca (Paddock, 1918.). Specifične karakteristike prema Arbogast i sur. (1980.) te Ferguson (1987.) prikazane su tablicom 1. Unatoč važnosti voskovih moljaca za pčelarsku industriju, oni se značajno više istražuju kao modelni organizmi za proučavanje fiziologije, genomike, proteomike i drugih disciplina. Postoji više stotina istraživačkih tehnika povezanih s proučavanjem voskovih moljaca, no s pčelarskog gledišta obično koristi se samo mali broj dostupnih istraživačkih metoda (Ellis i sur., 2013.). U istraživanjima fenotipske varijabilnosti, uvjetovane biotskim i abiotskim čimbenicima, uspješno se koristi geometrijska morfometrija (Meulemeester i sur., 2012.). U Hrvatskoj je tehnikom geometrijske morfometrije, na uzorcima glave, krila ili cijelog tijela, istraživana fenotipska varijabilnost *Agriotes ustulatus* Schall. i *Bothynoderes punctiventris* Germar u različitim agroekološkim uvjetima (Lemić i sur., 2014., 2016.) te fenotipska varijabilnost s obzirom na lokaciju i tehniku uzgoja vrste *Cydia pomonella* L. (Pajač Živković i sur., 2018.). S obzirom na razlike u ekološkom i konvencionalnom načinu pčelarenja, tehnika geometrijske morfometrije mogla bi se uspješno primijeniti u pčelarstvu za utvrđivanje razlika unutar populacija voskovih moljaca.



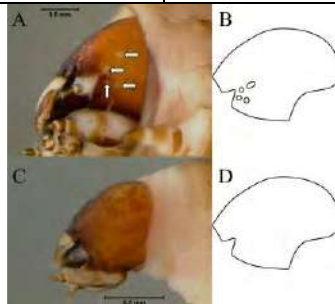
**Tablica 1.** Specifične karakteristike za pravilnu identifikaciju velikog i malog voskova moljca (prema Ellis i sur, 2013.).

Veliki voskov moljac	Mali voskov moljac
<b>Jaja</b>	
Retikulacija je barem slabo vidljiva cijelom površinom, karine okružuju primarne stanice jednake širine.	Retikulacija je ograničena na prednji kraj, karine koje okružuju primarne stanice vidljivo su šire oko vanjskih rubova stanica.



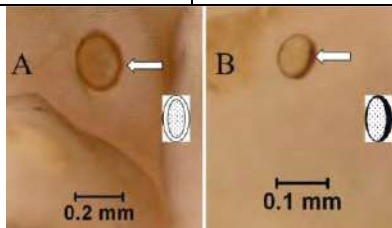
A – Bočni prikaz jaja velikog voskova moljca uz povećanje 110x; B – bočni prikaz jaja malog voskova moljca uz povećanje 110x

<b>Glava gusjenice</b>	
Četiri jednostavna oka sa svake strane.	Jednostavne oči nisu prisutne.



A - Glava gusjenice velikog voskova moljca (jednostavne oči označene strelicama); B - Obris glave s položajem stemata; C - Glava malog voskova moljca (nema jednostavnih očiju); D - Obris glave.

<b>Prisutnost dušnika kod gusjenica</b>	
Dušnik sa žučkastim peritremom ujednačene debljine	Dušnik s crnim peritremom debljim na kaudalnom rubu

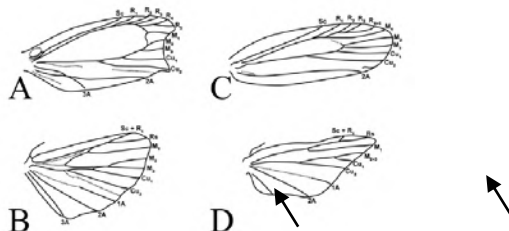


Oblik i veličina dušnika: A - velikog i B - malog voskova moljca

### Položaj žila na krilima odraslog oblika

Širina prednjeg krila je 5-7 mm, konkavnog oblika. Cu stražnjeg krila 4-krako.

Širina prednjeg krila manja je od 5 mm, konveksna oblika. Cu stražnjeg krila je 3-krak.



Veliki voskov moljac: A - prednje krilo; B - stražnje krilo; mali voskov moljac: C - prednje krilo; D - stražnje krilo.

### ŠTETNOST VOSKOVIH MOLJACA

Veliki voskov moljac češći je i destruktivniji štetnik saća, dok je mali voskov moljac manje raširen. Destruktivna priroda štetnika pripisuje se njegovu visoku reproduktivnu potencijalu i brzu vremenu razvoja. Najkritičnije je razdoblje napada voskovih moljaca rana jesen i kasno proljeće (Shimanuki, 1980.; Türker i sur., 1997.; Kwadha i sur., 2017.). Voskovi moljci pridonose značajne ekonomske štete u pčelarstvu, posebice na uskladištenu izgrađenu saću, odnosno izvan aktivne pčelarske sezone. Osim što ishranom izravno oštećuju izgrađeno saće te u manjoj mjeri i neizgrađenu satnu osnovu, uništavaju i uskladišteni pčelinji kruh (pelud) te drvene dijelove košnice poput unutrašnjih stijenki nastavaka, podnica ili okvira. Češće napadaju slabije pčelinje zajednice te prazne i napuštene košnice (Nielsen i Brister, 1977.). Stadij gusjenice jedini je životni stadij u kojemu se voskovi moljci aktivno hrane. Jedu saće koje sadrži pčelinje leglo (ličinke i kukuljice medonosne pčele), pelud i med, pri čemu preferiraju starije saće u odnosu na djevičansko saće i/ili satnu osnovu. Odrasle gusjenice sposobne su bušiti drvo, pri čemu rade udubljenja u obliku čamca u drvenu dijelu tijela ili okvira košnice. Voskovi moljci označeni su kao potencijalni prijenosnici različitih patogena. Ustanovljeno je da fekalne kuglice gusjenica voskovih moljaca sadrže spore gram-pozitivne bakterije *Paenibacillus larvae*, koja uzrokuje američku gnjiloću, smrtonosnu bolest ličinkama medonosnih pčela (Govan i sur., 1999.). Gusjenice malog voskova moljca mogu uzrokovati poremećaj koji se naziva ćelavo leglo. Ono nastaje kada gusjenice prolaze ispod zatvorenih stanica kukuljica pčela radilica. Pčele pronalaze oštećene poklopce i žvaču ostatke poklopaca, izlažući kukuljice pčela u razvoju. Također, gusjenice moljaca mogu ostaviti fekalne tvari na ličinkama pčela (Ellis

i sur., 2013.). Prema Tsegaye i sur. (2014.) visoka zaraza moljcima može dovesti do toga da pčele počnu napuštati zajednicu.

### SUZBIJANJE VOSKOVIH MOLJACA

Higijenske mjere osiguravaju učinkovito upravljanje pčelinjim zajednicama te uključuju brtvljenje pukotina (Ritter, 2006.), redovitu zamjenu saća (Charriere i Imdorf, 1999.), uništavanje napadnutog saća koje pokazuje znakove galerijaze (Gulati i Kaushik, 2004.) i druge mjere. Staro i crno saće, očišćeno od prihrane i meda, ne čuvamo, nego ga odvajamo za pretapanje. Jedan od sigurnih i u praksi provjerenih preventivnih načina čuvanja nastavaka uključuje slaganje na „kant“ (slika 4). Nastavak se polaže na užu stranicu tako da donja strana bude okrenuta prema van, izložena jačem osvjetljenju. Stražnju stranu treba odmaknuti minimalno 10 – 15 cm od zida uza koji ih slažemo, kako bismo stvorili propuh koji voskovi moljci ne podnose. Preporučeno je oko složenih nastavaka postaviti mamce za glodavce, koji tijekom zimskih mjeseci znaju oštetiti saće u kojemu ima spremljena peluda. Tako složene nastavke moguće je čuvati tijekom cijele sezone uz uvjet da su pod nadstrešnicom, zaštićene od oborina (Prđun, 2020.).



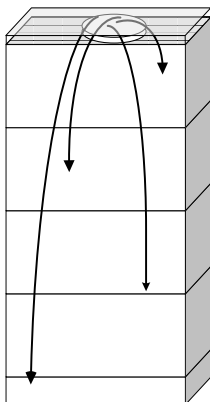
**Slika 4.** Učinkovit način čuvanja izgrađenog saća tijekom cijele sezone (Snimio: Prđun, S. 2020.).

Iako učinkovite, ovakve mjere funkcioniraju samo na manjim pčelinjacima (Kwadha i sur., 2017.). U većini pčelarskih regija, kemijski fumiganti najčešći su izbor u suzbijanju voskovih moljaca. U mnogim se dijelovima svijeta još uvijek učestalo koriste etilen-bromid, kalcijev cijanid, metilni bromid, fosfin, paradiklorbenzen (PDB), naftalen i ugljikov dioksid (Charriere i Imdorf, 1999.; Gulati i Kaushik, 2004., Ritter i Akwatanakul, 2006.). U istraživanju Mabrouk i sur. (2009.) paradiklorbenzen (PDB) i aluminijev fosfid u suzbijanju voskovih

moljaca postigli su učinkovitost između 90 i 99,33 %, no utvrđena koncentracija rezidua u vosku iznosila je 0.011 mg/kg, odnosno 0,008 mg/kg. U Hrvatskoj su danas najviše u upotrebi fumiganti navedeni u tablici 2. Osim fumiganata za suzbijanje voskovih moljaca, važno je napomenuti da su u uporabi često i sintetički akaricidi koji se koriste za suzbijanje varoe i drugih nametnika, pri čemu na voštanim stanicama saća ostaju visoke razine prisutnih rezidua. Zbog sve izraženije rezistentnosti varoe dolazi do povećanja doze i broja tretmana, što u konačnici znači povećanje rezidua u medu, vosku i propolisu (Martel i sur., 2007.). Prema Sánchez-Bayo i Goka (2014.) u pčelinjacima su pronađene rezidue 173 različita kemijska spoja.

**Tablica 2.** Najčešće korištena sredstva za fumigaciju u pčelarstvu s općim karakteristikama i načinom primjene (Kezić i sur., 2014.).

Pripravak	Opis primijene	Doza primijene	Prednost	Nedostatak
Octena kiselina	Nastavke složiti u stup te na vrh zadnjeg nastavka staviti keramičku posudu s octenom kiselinom. Pare su teže od zraka te padaju kroz nastavke (slika 5).	Tretiranje odozgo odmah nakon vrcanja ili izdvajanja iz zajednice s 200 ml octene kiseline (60 – 80 %) na 100 litara volumena košnice. U ljetnom razdoblju tretman ponoviti 2 puta s intervalom od 2 tjedna.	Učinkovito za suzbijanje jaja i odraslih moljaca. Gusjenice i kukuljice su otpornije – potrebno je dulje izlaganje parama. Nema rezidua u vosku, a istovremeno uništava i spore Nozeme.	Nagriza i oštećuje metalne dijelove.
Mravlja kiselina	Isto kao kod octene kiseline.	Tretiranje odozgo s 80 ml mravlje kiseline (85 %) na 100 litara volumena košnice. Ljeti tretman ponoviti 1 – 2 puta u razmacima od 2 tjedna. Potrebno je redovito ponavljanje.	Učinkovito za suzbijanje voskovih moljca u svim razvojnim stadijima. Nema rezidua.	Nagriza i oštećuje metalne dijelove. Potrebno je oprez prilikom rukovanja – ne udisati pare, izbjegavati dodir s kožom.
Sumpor	Sumpor se spaljuje u posudi u dobro zatvorenoj komori.	Jedna traka sumpora na 100 litara volumena košnice. Postupak je potrebno ponoviti nakon 10 – 14 dana, a ljeti je tretiranje potrebno ponavljati svaka 4 tjedna.	Učinkovito suzbija većinu razvojnih stadija.	Ne djeluje na jaja. Opasnost od požara. Prije korištenja okvire je potrebno dobro prozračiti da vrata miris po vosku.



**Slika 5.** Shematski prikaz slaganja nastavaka izgrađenog saća za primjenu octene ili mravlje kiseline (Izvor: Kezić i sur., 2014.).

S obzirom na nepoželjan utjecaj pretjerane i kontinuirane primjene konvencionalnih pesticida na ekosustav (Carson, 2002.), uloženi su značajni istraživački naponi kako bi se osigurale ekotoksikološki prihvatljivije metode zaštite uskladištena saća. To uključuje korištenje toplinske obrade (Charrière i Imdorf, 1999.) i metodu zamrzavanja, odnosno prilagodbu okolišnih parametara (Ellis i sur., 2013.). Prema Williams (1997.) jaja voskovih moljaca neće preživjeti na ekstremnoj hladnoći (na ili ispod 0 °C tijekom 4,5 sati) ili ekstremnoj vrućini (na ili iznad 46 °C tijekom 70 minuta). Nadalje, moguće je koristiti i tretman ozonom (James, 2011.), metodu suzbijanja odraslih voskovih moljaca izvan košnice sterilizacijom mužjaka gama zrakama (Jafari i sur., 2010.), feromonske lovke (Sangrainsinh i sur., 2014.) i svjetlosne lovke (osobito s crvenim svjetlom) (Mabrouk i Mahbob, 2015.). Primjena bioloških pripravaka (B-401) na bazi *Bacillus thuringiensis* osigurava učinkovitu zaštitu do tri mjeseca bez rezidua (Charriere i Imdorf, 1999.; Ritter, 2006.), no zabilježen je razvoj rezistentnosti (McGaughey i Johnson, 1994.). Istraživana je i učinkovitost prirodnih neprijatelja *Bracon hebetor* Say, *Apanteles galleriae* Wilkinson (Ghimire i Phillips, 2010.), *Trichogramma* spp. (Boldt i Marston, 1994.) i dr. Prema Gaugler i sur. (1992.) klasična primjena entomopatogenih nematoda (EPN) i entomopatogenih gljiva (EPF) ima veliki potencijal za biološku kontrolu voskovih moljaca "izvan" aktivnih pčelinjih košnica, odnosno u skladištima.

## ZAKLJUČAK

Voskovi moljci značaji su štetnici u pčelarstvu koji u nezaštićenu uskladištenu pčelinjem saću mogu napraviti ozbiljne štete, a tijekom dužeg razdoblja i u povoljnim uvjetima za razvoj učiniti ga i potpuno neupotrebljivim za daljnju upotrebu u pčelinjim zajednicama. S obzirom na opravdanu zabrinutost oko rezistentnosti voskovih moljaca na Bt. toksine, rezidue kemijskih spojeva u

vosku, medu i propolisu te njihovih štetnih učinaka na neciljane vrste i okoliš, istraživanja je nužno usmjeriti u specifična područja s potencijalom za razvoj poboljšanih alata za praćenje i upravljanje voskovim moljcima.

## **GREATER (*Galleria mellonella* L.) AND LESSER (*Achroia grisella* Fabricius) WAX MOTHS - PESTS IN BEEKEEPING AND CONTROL METHODS**

### **SUMMARY**

Wax moths are pests of bee colonies worldwide, and the average economic loss due to their attacks is estimated at about 38%. The most important representatives are large (*Galleria mellonella* L.) and small (*Achroia grisella* Fabricius) wax moth. Although adults are easily identified by size, it is difficult to distinguish their eggs and larvae when species occur simultaneously. Knowing their morphological characteristics allows for correct identification of the species. The critical period for infestation is early fall and late spring. They do not only damage the built combs and, to a lesser extent the unbuilt base directly, but also destroy stored bee bread (pollen) and wooden parts of the hive, such as the inner walls of honey chambers, floorboards, or frames. They are vectors of various pathogens such as the *Paenibacillus larvae* bacterium, the Israeli acute paralysis virus, and the larval black host virus. Sanitation measures provide efficient management of bee colonies, but these measures are often not sufficient for large-scale breeding. Chemical fumigants are the most common choice for controlling wax moths. Ethylene bromide, calcium cyanide, methyl bromide, phosphine, paradichlorobenzene (PDB), naphthalene, and carbon dioxide are commonly used in the world, while acetic acid, formic acid, and sulfur are most used in Croatia. Considering the undesirable effects of chemical agents on the ecosystem, it is necessary to develop more ecotoxicologically acceptable methods to protect stored combs, such as heat treatment, ozone treatment, sterilization of males with gamma rays, use of pheromone traps and light traps or use of biological products based on *Bacillus thuringiensis*, entomopathogenic nematodes, fungi, and natural enemies. Given the lack of data, especially at the local level, future research needs to be focused on the development of improved tools for wax moths' monitoring and management.

**Keywords:** ecotoxicologically compatible methods, fumigation, honeybee, sanitation measures, identification, wax moths.

### **LITERATURA**

**Antolović, M. (2016.).** Biološko suzbijanje malog voštanog moljca (*Achroia grisella* Fabricius) entomopatogenim nematodama. Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet. Završni rad.

.....

**Arbogast, R. T., Leonard Lecato, G., Van Byrd, R. (1980.).** External morphology of some eggs of stored-product moths (Lepidoptera: Pyralidae, Gelechiidae, Tineidae). *International Journal of Insect Morphology and Embryology*, 9 (3), 165–177.

**CABI (2022.).** *Galleria mellonella* (greater wax moth), dostupno na: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/10.1079/cabicompendium.24814> (pristupljeno: 14.05.2023.)

**Carson R. (2002.).** Silent Spring. Houghton Mifflin Harcourt; Boston, MA, USA.

**Chase, R. W. (1921.).** The length of the life of the larva of the wax moth, *Galleria mellonella* L., in its different stadia. *Transactions of the Wisconsin Academy of Sciences, Arts and Letters*, 20, 263-267.

**Charriere, J. D., Imdorf, A. (1999.).** Protection of honey combs from wax moth damage. *American Bee Journal*, 139, 627–630.

**Egelie, A. A., Mortensen, A. N., Barber, L., Sullivan, J., Ellis, J.D. (2022.).** Lesser Wax Moth *Achroia grisella* Fabricius (Insecta: Lepidoptera: Pyralidae). Entomology and Nematology Department, UF/IFAS Extension, USA.

**Ellis, J. D., Graham, J. R., Mortensen, A. (2013.).** Standard methods for wax moth research, *Journal of Apicultural Research*, 52(1), 1-17.

**Ferguson, D. C. (1987.).** Lepidoptera. U: Insect and mite pests in food: an illustrated key. Borham, J. R. (ur.). USDA Agriculture Handbook, 655, 231–244.

**Gaugler R., Campbell J. F., Selvan S., Lewis E. E. (1992.).** Large-scale inoculative releases of the entomopathogenic nematode *Steinernema glaseri*: Assessment 50 years later. *Biological Control*, 2, 181–187.

**Ghimire, M. N., Phillips, T.W. (2010.).** Suitability of different lepidopteran host species for development of *Bracon hebetor* (Hymenoptera: Braconidae). *Environmental Entomology*, 39, 449–458.

**Govan, V. A., Allsopp, M. H. Davison, S. (1999.).** A PCR detection method for rapid identification of *Paenibacillus* larvae. *Applied and Environmental Microbiology*, 65 (5), 2243–5.

**Gulati R., Kaushik H. (2004.).** Enemies of honeybees and their management—A review. *Agricultural Reviews*, 25, 189–200.

**Hood W. M., Horton P. M., McCreddie J. W. (2003.).** Field evaluation of the red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) for the control of wax moths (Lepidoptera: Pyralidae) in stored honey bee comb. *Journal of Agricultural and Urban Entomology*, 20 (2), 93–103.

**Jafari R., Goldasteh S., Afrozheh S. (2010.).** Control of the wax moth *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera: Pyralidae) by the male sterile technique (mst). *Archives of Biological Sciences*, 62, 309–313.

**Jones, G., Barabas, A., Elliott, W., Parsons, S. (2002.).** Female greater wax moths reduce sexual display behaviour in relation to the potential risk of predation by echolocating bats. *Behavioural Ecology*, 13 (3), 375–380.

**Jorjão, L. A., Oliveira, D. L., Scorzoni, L., Figueiredo-Godoi, L. M. A., Prata, M. C. A., Jorge, A. O. C., Junqueira, J. C. (2018.).** From moths to caterpillars: Ideal conditions for *Galleria mellonella* rearing for in vivo microbiological studies, *Virulence*, 9 (1), 383–389.

**Kezić, N., Bubalo, D., Dražić, M., Barišić, D., Grgić, Z., Jakopović, I., Krakar, D., Palčić – Jakopović, K., Ševar M., Tretinjak, V. (2014.).** Konvencionalno i ekološko pčelarenje. Interna skripta. Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet

**Khan, A. R., Shah, M. M. (2019.).** Biology, ecology and management of wax moths, Vol. 23 / Br. 3 ..... 371

*Galleria mellonella* and *Achroia grisella*: a review. *Journal of Insects as Food and Feed*, 5 (4), 271–283.

**Kwadha, C. A., Ongamo, G. O., Ndegwa, P. N., Raina, S. K., Fombong, A. T. (2017).** The Biology and Control of the Greater Wax Moth, *Galleria mellonella*. *Insects*, 8 (2), 61, 1–17.

**Lažec, K. (2022).** Kako čuvati saće. *Gospodarski list*, 18, 64 – 65.

dostupno na: <https://gospodarski.hr/rubrike/pcelarstvo-rubrike/kako-cuvati-sace/> (pristupljeno: 19.04.2023.)

**Lemić, D., Benitez, H. A., Čačija M., Kozina A., Bažok R. (2014).** Shape variations of *Agriotes ustulatus* in different environmental conditions. X. European Congress of Entomology, ECE 2014 Abstracts. Royal Entomological Societ. York, England.

**Lemić, D., Benitez H. A., Püschel T. A., Virić Gašparić, H., Šatvar, M., Bažok, R. (2016).** Ecological morphology of the sugar beet weevil Croatian populations: Evaluating the role of environmental conditions on body shape. *Zoologischer Anzeiger* 260, 25–32.

**Mabrouk, M. S. O., Mahbob, M. A. (2015).** Effect of different coloured light traps on captures

and controlling wax moth (Lepidoptera: Pyralidae). *Egyptian Academic Journal of Biological Sciences*, 8, 17–24.

**Mabrouk, M., Haggag, E., Omran, N. (2009).** Controlling the greater and lesser wax moths using natural and chemical products. *Journal of Plant Protection and Pathology*, 34 (1), 465-472.

**Martel, A. C., Zeggane, S., Aurieres, C. M., Drajnudel, P., Faucon, J. P., Aubert, M. (2007).** Acaricide residues in honey and wax after treatment of honey bee colonies with ApivarR or AsuntoIR50. *Apidologie*, 38, 534–44.

**McGaughey W., Johnson D. (1994).** Influence of crystal protein composition of *Bacillus thuringiensis* strains on cross-resistance in indianmeal moths (Lepidoptera: Pyralidae). *Journal of Economic Entomology*, 87, 535–540.

**Meulemeester, T., Michez, D., Aytekin, A. M., Danforth, B. N. (2012).** Taxonomic affinity of halictid bee fossils (Hymenoptera: Anthophila) based on geometric morphometrics analyses of wing shape. *Journal of Systematic Palaeontology*, 10, 1–10.

**MP (2023).** Pčelarstvo, dostupno na: <https://poljoprivreda.gov.hr/pcelarstvo/201> (pristupljeno: 19. 4. 2023.)

**Nielsen, R. A., Brister, D. (1977).** The greater wax moth: adult behavior. *Annals of the Entomological Society of America*, 70, 101–103.

**Pajač Živković, I., Benitez, H. A., Barić, B., Bažok R., Drmić, Z., Mrganić, M., Lemić D. (2018).** Analysis of Croatian *Cydia pomonella* L. (Lepidoptera: Tortricidae) population variability by using geometric morphometrics. *Book of Abstracts ECE 2018*, Napulj, Italija.

**Paddock, F. B. (1918).** The beemoth or waxworm. *Texas Agricultural Experiment Station*, USA, str. 44.

**Prđun, S. (2020).** Pčelarski radovi u rujnu. *Hrvatska pčela*, 139 (9), 256-257.

**Ritter, W., Akwatanakul, P. (2006).** Honey bee diseases and pests: a practical guide.

**Sánchez-Bayo, F., Goka, K. (2014).** Pesticide residues and bees – A risk assessment. *PLoS One*, 9(4): e94482.



.....  
**Sharma, V., Mattu, V. K., Thakur, M. S. (2011.).** Infestation of *Achoria grisella* F. (wax moth) in honey combs of *Apis mellifera* L. in Shiwalik Hills, Himachal Pradesh. International Journal of Science and Nature, 2 (2), 407–408.

**Shimanuki, H. (1980.).** Bee Keeping in the United States. Science and Education Administration, United States Department of Agriculture; Washington, DC, USA. Diseases and pests of honey bees, 35, 118–128.

**Spangler, H. G. (1984.).** Attraction of female lesser wax moths (Lepidoptera: Pyralidae) to male-produced and artificial sounds. Journal of Economic Entomology, 77, 346–349.

**Spangler, H. G. (1985.).** Sound production and communication by the greater wax moth (Lepidoptera: Pyralidae). Annals of the Entomological Society of America, 78, 54–61.

**Spangler, H. G. (1987.).** Acoustically mediated pheromone release in *Galleria mellonella* (Lepidoptera: Pyralidae). Journal of Insect Physiology, 33, 465–468.

**Tsegaye, A., Wubie, A. J., Eshetu, A. B., Lemma, M. (2014.).** Evaluation of different nonchemical waxmoth prevention methods in the backyards of rural beekeepers in the North West dry land areas of Ethiopia. Journal of Agriculture and Veterinary Sciences, 7, 29–36.

**Türker L., Togan I., Ergezen S., Özer M. (1993.).** Novel attractants of *Galleria mellonella* L. (Lepidoptera Pyralidae Galleriinae) Apidologie, 24, 425–430.

**Williams, J. L. (1997.).** Insects: Lepidoptera (moths). U: Honey bee pests, predators, and diseases. Morse, R., Flottum, K. (ur.). The AI Root Company. Ohio, USA, 121–141.

**Wojda, I., Staniec, B., Sulek, M., Kordaczuk, J. (2020.).** The greater wax moth *Galleria mellonella*: biology and use in immune studies. Pathogens and Disease, 78 (9), 1-15.

**Pregledni rad**

**Elena PETROVIĆ<sup>1</sup>, Renata BALIČEVIĆ<sup>2</sup>, Jasenka ĆOSIĆ<sup>2</sup>, Karolina VRANDEČIĆ<sup>2</sup>, Sara GODENA<sup>1</sup>**

*Institut za poljoprivredu i turizam Poreč*

*Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek*

*e-mail: sara@iptpo.hr*

## **BIOLOŠKA KONTROLA NAJZNAČAJNIJIH UZROČNIKA BOLESTI MASLINE**

### **SAŽETAK**

Maslina je iznimno važna kultura u mediteranskom dijelu Republike Hrvatske. Posljednjih godina provedena su istraživanja radi utvrđivanja uzročnika sušenja stabala maslina u Hrvatskoj i svijetu, u kojima su otkriveni novi patogeni do sada neprisutni na maslini. Najznačajnijim bolestima masline smatraju se: antraknoza, patula, paunovo oko, rak masline, sušenje stabala i plodova masline i verticilijsko venuće. Za suzbijanje uzročnika navedenih bolesti još se uvijek najčešće koriste fungicidi. Prekomjerna ili nekontrolirana primjena fungicida može dovesti do rezistentnosti patogena ili razvoja virulentnih sojeva, a negativno utječe i na okoliš. Za razliku od fungicida, biološka kontrola smatra se ekološki prihvatljivom metodom i sve se više koristi u suzbijanju štetnih organizama. Istraživanjem utjecaja različitih bioloških organizama, biljnih spojeva i ekstrakata na fitopatogene gljive masline potvrđen je njihov antifungalni učinak. Njihovo djelovanje na patogena proučavano je uglavnom u uvjetima *in vitro*. U ovome radu navedeni su mikroorganizmi i biološke komponente koje bi u budućnosti mogle biti sastavni dio bioloških preparata za kontrolu patogena masline.

**Ključne riječi:** antagonistički biološki organizmi, biološka kontrola, bolesti masline

### **UVOD**

Maslina (*Olea europaea* L.) spada u jednu od prvih kultiviranih vrsta i ima povijesnu, društvenu i ekonomsku važnost (López-Escudero i Mercado-Blanco, 2011.). Važna je kultura u mediteranskom dijelu Republike Hrvatske. Ukupna površina maslinika u Hrvatskoj iznosi oko 20 087 ha, od čega je 1961 ha pod ekološkom proizvodnjom (DZS, 2020.). Uzgoj masline ugrožen je brojnim biotičkim (štetni organizmi) i abiotičkim čimbenicima (erozija, klimatske promjene) (López-Escudero i Mercado-Blanco, 2011.). Posljednjih godina provedena su istraživanja radi utvrđivanja uzročnika sušenja stabala maslina u Hrvatskoj i svijetu, u kojima su otkriveni patogeni do sada neutvrđeni na maslini. Uzrok je porast temperatura, intenzivna proizvodnja, uvoz zaražena

sadnog materijala, ali i brojni drugi faktori. Procjenjuje se da je oko 70 do 80 % svih biljnih bolesti uzrokovano fitopatogenim gljivama te da oko 10 000 vrsta gljiva može izazvati bolesti biljaka (Zeilinger i sur., 2016.). Poznato je da gljivične bolesti lista i ploda utječu na smanjenje prinosa maslina u većini uzgojnih područja (Nigro i sur., 2018.).

Najznačajnijim bolestima masline smatraju se: antraknoza, patula, paunovo oko, rak masline, sušenje stabala i plodova masline i verticilijsko venuće. Zaražene biljke pokazuju simptome kao što su defolijacija, trulež korijena, propadanje plodova, sušenje grana, uvijanje listova, pojava rak-rana i slično. S obzirom na sve veću pojavu novih uzročnika bolesti, ali i pojavu rezistentnosti organizama na aktivne tvari koje se koriste u zaštiti bilja, potrebne su alternativne metode zaštite. Europska unija nastoji konvencionalan način proizvodnje zamijeniti okolišno prihvatljivijim, te su donesena dva strateška dokumenta: "Europski zeleni plan" i "Strategija bioraznolikosti", čiji je cilj provođenje održive uporabe sredstava za zaštitu bilja i smanjenje njihove uporabe za 50 % do 2030. godine. Biološka kontrola često je učinkovita i ekološki prihvatljiva metoda za suzbijanje štetnika i fitopatogenih organizama primjenom prirodnih neprijatelja ili bioloških pripravaka (Gharsallah i sur., 2020.). Antagonistički mikroorganizmi proizvode određene metabolite koji djeluju toksično ili inhibirajuće na biljne patogene (Miličević i Kaliterna, 2014.). Kao alternativa kemijskim sredstvima za zaštitu bilja mogu se primjenjivati različiti biljni spojevi i ekstrakti koji imaju antifungalni učinak na brojne vrste fitopatogenih gljiva (Sarkhosh i sur., 2018., Sun i sur., 2022.). Eterična ulje sve su češće tema istraživanja zbog dokazane djelotvornosti na patogene. Biljkama služe kao prirodna obrana od zaraze, a postoje u obliku tekućih, hlapljivih, bistrih i obojenih smjesa nekoliko aromatičnih spojeva (Nazzaro i sur., 2017.). Najzastupljenije su komponente eteričnih ulja terpeni i terpenoidi, nešto rjeđe dušikovi i sumporni spojevi, kumarin i homolozi fenilpropanoida (Niu i Gilbert, 2004., Hyldgaard i sur., 2012.). U nastavku se govori o najznačajnijim bolestima masline u Hrvatskoj i svijetu te o rezultatima djelovanja bioloških mikroorganizama i biljnih komponenata na njihov razvoj.

## BIOLOŠKA KONTROLA BOLESTI

### Antraknoza

Uzročnici antraknoze masline su *Colletotrichum* vrste koje mogu dovesti do velikog gubitka prinosa i smanjiti kvalitetu ulja tijekom epidemijskih godina (Talhinhas i sur., 2005.; Talhinhas i sur., 2018.). Najčešće su to vrste *C. acutatum* i *C. gloeosporioides* (Cacciola i sur., 2012.; Schena i sur., 2014.). Nigro i sur. (2018.) u svojem su šestogodišnjem istraživanju za suzbijanje *Colletotrichum* vrsta na maslini pratili učinkovitost komercijalnih fungicida, bioprodukata koji sadrže oksiklorid, i biološkog fungicida na bazi *Bacillus*

*subtilis* QST 713. U istraživanju nije utvrđena statistički značajnija razlika između primjenjenih tretmana te se biofungicid na bazi *B. subtilis* pokazao jednako učinkovit kao i ostali fungicidi. Živković i sur. (2010.) ispitivali su antagonistički utjecaj mikroorganizama *B. subtilis*, *Gliocladium roseum*, *Streptomyces natalensis*, *S. noursei* i *Trichoderma harzianum*. Svi spomenuti mikroorganizmi inhibirali su rast micelija *C. acutatum* i *C. gloeosporioides* od 38 do 82 %. Najveća inhibicija postignuta je primjenom bakterije *S. noursei*.

Potencijal u suzbijanju navedenih patogena pokazuje i bakterija *Bacillus velezensis* PW192 izolirana iz rizosfere biljne vrste *Lagerstroemia macrocarpa* var. *macrocarpa* (Jumpathong i sur., 2022.). Ta bakterija proizvodi kemijski stabilne biosurfaktante lipopeptid feningicin A i feningicin koji imaju antifungalno djelovanje. *Streptomyces* soj P42 uspješno je kontrolirao patogena u istraživanju koje su proveli Shahbazi i sur. (2013.), značajno smanjujući simptome zaraze s *Colletotrichum* sp. Rezultati njihova istraživanja otkrili su da rizosfera biljaka zaraženih s *Colletotrichum* sp. sadrži više bioaktivnih streptomiceta od rizosfere zdravih biljaka. Druge bakterije, kao što su *Lactobacillus pentosus*, *L. paracasei* i *L. plantarum* inhibirale su klijanje konidija za 60 % i rast micelija za 100 % (Barrios-Roblero i sur., 2019.).

Eterična ulja kopra (*Anethum graveolens*), ružina drva (*Aniba rosaeodora*) i 73 druge biljne vrste pokazali su inhibicijsko djelovanje na rast *Colletotrichum* vrsta (Rabari i sur., 2017.). Među ispitivanim su uljima najveći inhibicijski učinak imala eterična ulja kineskog cimeta (*Cinnamomum cassia*) sa zonom inhibicije od 72,66 mm i cejlonskog cimeta (*C. zeylanicum*) sa zonom inhibicije od 65,33 mm.

### Patula

Potencijal u biološkoj zaštiti masline od gljive *Botryosphaeria dothidea*, uzročnika patule, uočen je primjenom bakterija *Bacillus amyloliquefaciens* (Yin i sur., 2011., Li i sur., 2013a.; Li i sur., 2016.), *B. amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* (Cheng i sur., 2016.), *B. atrophaeus* (Mu i sur., 2020.), *B. subtilis* (Fan i sur., 2017., Kim i sur., 2015.), *B. velezensis* (Yuan i sur., 2022.), *Bacillus* sp. (Wu i sur., 2019.), *Brevibacillus laterosporus* (Jiang i sur., 2015.), *Paenibacillus lentimorbus* (Chen i sur., 2003.) i *P. polymyxa* (Xu i sur., 2018.). Spomenute bakterije posjeduju gene, lipopeptide, antibiotike, hidrolitičke enzime i druge različite komponente koje negativno utječu na patogena. Njihovom primjenom dolazi do razaranja membrane i jezgre gljive, mijenjanja stukture konidija i micelija, zaustavljanja razvoja piknida i konačnog ubijanja patogena (Chen i sur., 2003.; Gardener, 2004.; Yin i sur., 2011.; Cheng i sur., 2016.; Li i sur., 2016.; Fan i sur., 2017.; Mu i sur., 2020.; Yuan i sur., 2022.). U uvjetima *in vitro* *B. amyloliquefaciens* PEBA20 inhibirala je rast micelija i smanjila učestalost gljivičnog raka za 60 % (Yin i sur., 2011.). Primjenom *B. laterosporus* JX-5 zaustavljen je razvoj *B. dothidea* za 70 do 90 %, dok je primjenom *P. lentimorbus* CBCA-2 potpuno onemogućen razvoj piknida (Chen i sur., 2003.).

Inhibirajući učinak na patogene proučavan je i kod primjene različitih vodenih ekstrakata, kao što su vodeni ekstrakt češnjaka (*Allium sativum*) (Li i sur., 2020a.), vodeni ekstrakt kore bora (*Pinus sylvestris*) (Karličić i sur., 2021.) te ekstrakt lišća moso bambusa (*Phyllostachys pubescens*) (Liao i sur., 2021.). Vodeni ekstrakt kore bora pokazao se učinkovitim u inhibiciji rasta micelija za 39 do 44 % (Karličić i sur., 2021.). Velik potencijal u biološkoj zaštiti od fitopatogenih gljiva pokazuju gljive iz roda *Trichoderma*. Rast patogena najčešće inhibiraju kroz hiperparazitizam, kompeticiju ili antibiozu (Kumar, 2013.). *Trichoderma* vrste izolirane iz kore bora inhibirale su razvoj *B. dothidea* od 67 do 85 %, *Dothiorella sarmentorum* od 63 do 75 % i *Neofusicoccum parvum* od 55 do 62 % (Karličić i sur., 2021.). *Trichoderma afroharzianum* TR04 potpuno je prerasla *B. dothidea* i sporulirala na njezinu miceliju (Kovács i sur., 2021.).

Također, eterična ulja i njihove komponente imaju inhibirajući učinak na razvoj gljive.

Tako, na primjer, eterično ulje limuna (*Citrus limonen*) može suzbiti razvoj *B. dothidea* za 48,1 % (Ammad i sur., 2018.). Sastojci kao što su monoterpeni (Zhang i sur., 2018.), matrin (Li i sur., 2021.), dimetil trisulfid izoliran iz kineskog poriluka (*Allium tuberosum*) (Sun i sur., 2022.), galna kiselina (Oh i sur., 2008.),  $\alpha$ -pinen, karvakrol i 31 druga komponenta (Li i sur., 2021.) također utječu na rast micelija gljive. Među svima, karvakrol je pokazao najveći antifungalni utjecaj na patogen *B. dothidea* u uvjetima *in vitro* i *in vivo*, oštećujući staničnu membranu i inhibirajući stvaranje lipidnih komponenata na membrani (Li i sur., 2021.). Burt (2004.) iznosi da upravo spojevi u tragovima imaju glavnu ulogu u antimikrobnim svojstvima zbog potencijalnog sinergijskog učinka s drugim sastojcima eteričnog ulja.

### Paunovo oko

Uzročnik je ove bolesti gljiva *Venturia oleaginea* (syn. *Cycloconium oleagineum*, *Fusicladium oleaginum*, *Spilocaea oleaginea*). Al-Khatib i sur. (2010.) u svojem istraživanju ističu kako pojedine vrste bakterija (*B. subtilis*, *B. megaterium*, *B. cereus*, *Corynebacterium xerosis*) pokazuju potencijal u kontroli te gljive. Salman (2017.) navodi mogućnost primjene bakterija, kao što su *Pseudomonas* i *Bacillus* vrste koje sprječavaju klijanje konidija. Suprotno od njih, Wargo i Hogan (2006.) upozoravaju kako pojedine bakterije mogu lučiti spojeve koji pospješuju rast i razvoj gljiva. Kleef i Salman (2022.) primjenom *in vitro* ekstrakta lista vrste *Ambrosia artemisiifolia*, dokazali su njegov inhibirajući učinak na sporulaciju gljive *V. oleaginea*.

Od pripravaka koji se mogu koristiti za suzbijanje *V. oleaginea* trenutačno je u Hrvatskoj dostupan biofungicid Serenade Aso na bazi bakterije *Bacillus amyloliquefaciens*. Njegovo je djelovanje preventivno, a koristi se u zaštiti masline i od uzročnika bakterijskog raka i antraknoze.

## Rak masline

Rak masline uzrokuje bakterija *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. Krid i sur. (2011.) proučavali su djelovanje biljne vode i fenolnih komponenata poput hidroksitirosola, tirosola, katehola, kofeinske kiseline i p-kumarične kiseline u kontroli te bakterije. Istraživanjem su došli do zaključka da polifenoli ekstrahirani iz biljnih voda imaju snažan antibakterijski učinak, ističući hidroksitirosol kao glavnu antimikrobnu komponentu.

Prema literaturnim podatcima, utjecaj eteričnih ulja na suzbijanje *P. savastanoi* pv. *savastanoi* proveden je s 22 ljekovite biljke (Gakuubi i sur., 2016., Bouchekouk i sur., 2019., Caparrotta i sur., 2019., Bozkurt i sur., 2020., Grul'ová i sur., 2020., Camele i sur., 2021.). Brojna eterična ulja i njihove komponente pokazale su se učinkovitima u sprječavanju razvoja te bakterije. Eterično ulje tamjanova drva (*Boswellia frereana*) inhibiralo je rast bakterije za 67 % u pokusima koje su provodili Caparrotta i sur. (2019.), a Bozkurt i sur. (2020.) bilježe najbolje rezultate primjenom eteričnog ulja sirijskog origana (*Origanum syriacum*) i majčine dušice (*Thymus serpyllum*).

Osim toga, vrlo dobri rezultati zabilježeni su u *in vitro* uvjetima primjenom antagonističkih bakterija *B. subtilis* (Bouaichi i sur., 2019.; Filiz Doksöz i Bozkurt, 2022.; Krid i sur., 2010.; Krid i sur., 2012.), *B. megaterium*, *Pseudomonas koreensis* i *B. pumilus* (Filiz Doksöz i Bozkurt, 2022.). Bakterija *B. subtilis* pokazala se najučinkovitijom.

## Sušenje stabala i plodova maslina

Uzročnicima sušenja grana i stabala maslina, uz gljivu *Verticillium dahliae*, smatraju se i gljive iz porodice *Botryosphaeriaceae*, kao što su *B. dothidea*, *Diplodia seriata*, *D. mutila*, *N. parvum*, *N. luteum* (Sergeeva i sur., 2009.), *N. mediterraneum* (Moral i sur., 2010.), *Phaeoacremonium aleophilum*, *N. vitifusiforme*, *Dothiorella iberica*, *Lasiodiplodia theobromae* (Carlucci i sur., 2013.; Moral i sur., 2010.; Úrbez-Torres i sur., 2013.) i brojne druge, poput *Phoma incompta* (Ivić i sur., 2011.), *Biscogniauxia mediterranea* (Gharbi i sur., 2020.), *Armillaria mellea* (Ivić i Godena, 2017.), *Diatrype stigma* (Úrbez-Torres i sur., 2013.), *Pseudophaeomoniella oleae* (Markasis i sur., 2022.), *Pleurostomophora richardsiae* (Carlucci i sur., 2013., Ivić i sur., 2018.) i *Fusarium solani* (Yangui i sur., 2008.).

U zaštiti masline od zaraze gljivom *A. mellea* na europskom se tržištu mogu nabaviti pripravci Tellus WP® i Patriot Dry® na bazi *Trichoderma* vrsta. Radi se o biološkim preparatima koji se koriste preventivno. Postižu dobre rezultate, ali zasada nisu registrirani u Hrvatskoj (Godena i sur., 2019.). Yangui i sur. (2008.) navode mogućnost primjene biljne vode (nusproizvod proizvodnje maslinova ulja) i bakterija izoliranih iz biljne vode (*B. subtilis*, *Burkholderia caryophylli*, *P. fluorescens*) u suzbijanju *A. mellea*. Značajna inhibicija rasta *B. mediterranea* zabilježena je primjenom gljiva kao što su *Alternaria alternata*, *Chaetomium*

sp., *Fimetariella rabenhorstii* i *Simplicillium aogashimaense* (Costa i sur., 2020.). Te vrste proizvode topivi ekstrakt s velikim antifungalnim djelovanjem i inhibiraju rast patogena za 28 do 51 %. Vrsta *S. aogashimaense* uzrokovala je makroskopske i mikroskopske deformacije micelija i hifa te je autori ističu kao vrstu s najvećim potencijalom u suzbijanju *B. mediterranea* (Costa i sur., 2020.).

U suzbijanju *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Fusarium* i *Phytophthora* vrsta djelotvornim su se pokazala eterična ulja cejlonskog cimeta, eukaliptusa (*Eucalyptus globulus*), lavande (*Lavandula angustifolia*), čajevca (*Melaleuca alternifolia*), paprene metvice (*Mentha piperita*), obične mirte (*Myrtus communis*), vriska (*Satureja khuzistanica*) i biljne vrste *Thymus daenensis* (Sarkhosh i sur., 2018.). Među njima su najbolji rezultati postignuti primjenom eteričnog ulja vriska i vrste *T. daenensis*, koji su inhibirali rast micelija gljiva za 100 %.

Primjenom antagonističkih bakterija *Pseudomonas* sp., *Paenibacillus* sp. i *Pantoea agglomerans* u *in vitro* uvjetima postignuti su perspektivni rezultati u suzbijanju vrsta iz porodice Botryosphaeriaceae, kao što su *Neofusicocum parvum* i *N. luteum* (Wicaksono i sur., 2017.; Haidar i sur., 2021.). Osim toga, El-hamshary i Khatlab (2008.) dokazali su inhibicijski utjecaj bakterija *B. subtilis* i *B. cereus* na rast micelija gljive *F. solani*, uzročnika truleži korijena.

### Verticilijsko venuće

Uzročnik ove bolesti je gljiva *V. dahliae* Kleb. Trenutačno nisu poznate kemijske i biološke mjere zaštite kao ni one preventivne i kurativne, koje bi bile značajnije za praksu.

Međutim, pojedine vrste gljiva pokazale su antagonistički učinak na rast i razvoj gljive *V. dahliae*, primjerice *Aureobasidium* spp. i *Phoma* sp. (Varo i sur., 2016., López-Moral, i sur., 2021.), *Fusarium oxysporum* (Varo i sur., 2016, Mulero-Aparicio i sur., 2019.; Mulero-Aparicio i sur., 2020b.), *Trichoderma asperellum* (Carrero-Carrón i sur., 2016.) i *Trichoderma* spp. (Carrero-Carrón i sur., 2016.; Ruano-Rosa i sur., 2016.; Morán-Diez i sur., 2019.).

*F. oxysporum* poznat je i kao patogen masline (Trabelsi et al., 2017.), ali nepatogeni sojevi poput soja FO12 pokazuju potencijal u suzbijanju *V. dahliae*. Mulero-Aparicio i sur. (2019.) ističu upravo taj soj kao jedan od najučinkovitijih za suzbijanje *V. dahliae*, između više od 200 analiziranih prirodnih spojeva.

Bakterijske vrste poput *Anacyclus clavatus*, *Desmazeria rigida* i *Xanthium spinosum* (Triki i sur., 2012.); *B. subtilis* (Li i sur., 2013b.), *B. velezensis* (Azabou i sur., 2020.; Castro i sur., 2020.) i drugi sojevi *Bacillus* vrsta (Tjamos i sur., 2004.; Markakis i sur., 2016.; Cabañas i sur., 2018.; Azabou i sur., 2020.), *Paenibacillus alvei* (Markasis i sur., 2016.), *P. polymyxa* i *P. terrae* (Cabanás i sur., 2018.); *Pseudomonas* spp. (Mercado-Blanco i sur., 2004.; Aranda-Ocampo i sur., 2011.; Farida i sur., 2015.; Cabanás i sur., 2018.), *Pseudomonas fluorescens* (Prieto i Mercado-Blanco, 2008.; Maldonado-González i sur., 2015.;

Varo i sur., 2016.), *P. simiae* (Montes-Osuna i sur., 2021.) i *Serratia plymuthica* (Müller i sur. 2009.) pokazali su inhibirajući učinak na rast i razvoj *Verticillium* vrsta. Među navedenim, *B. velezensis*, izolirana iz tkiva korijena masline, pokazala je iznimno učinkovito antifungalno djelovanje u uvjetima *in vitro*, inhibirajući rast gljive za više od 92 %. Organski supstrat (OMW-M1) na bazi otpada zaostala nakon proizvodnje maslinova ulja, u kombinaciji s bakterijama *B. amyloliquefaciens* i *Burkholderia cepacia* potpuno je inhibirao rast *V. dahliae* u rizosferi, ostvarujući bolje rezultate od komercijalnog biofungicida (*T. asperellum* TV1) koji je korišten kao kontrola (Vitullo i sur., 2013.).

Pojedini autori ispitivali su mogućnost primjene prirodnih spojeva poput eteričnih ulja i njihovih komponenata u suzbijanju *Verticillium* vrsta (Montes-Osuna i Mercado-Blanco, 2020.). Varo i sur. (2017.) dokazali su antifungalni učinak eteričnog ulja timijana. Rezultati istraživanja pokazali su 100 % inhibiciju rasta micelija i mikrosklerocija gljive. Falcón-Piñeiro i sur. (2021.) navode mogućnost primjene propil-propan-tiosulfinata i propil-propan-tiosulfonata izoliranih iz luka (*Allium cepa*) kao prirodno i ekološki prihvatljivo zaštitno sredstvo. Inhibirajući učinak, već u malim koncentracijama, pokazala su i ulja na bazi sirijskog origana, mravinca (*Origanum onites*), divljeg origana (*O. minutiflorum*), divljeg mažurana (*O. vulgare*) i timijana (*Thymus vulgaris*) (Arslan i Dervis, 2010.). Učinkovitost je zabilježena i kod korištenja eteričnog ulja eukaliptusa (*Eucalyptus camaldulensis*) (Üstüner i sur., 2018.), borovnice (*Vaccinium myrtillus*) i lovora (*Laurus nobilis*) (Bayar i sur., 2018.), tanacetuma (*Tanacetum annuum*) (Greche i sur., 2000.), konopljike (*Vitex agnus-castus*) i obične mirte (Yilar i sur., 2016.), lavande (*Lavandula stoechas*), origana (*Origanum vulgare* subsp. *hirtum*), grčke kadulje (*Salvia fruticosa*) i metvice (*Mentha spicata*) (Kadoglidou i sur., 2011.). Inhibicijski potencijal eteričnih ulja protiv mikroorganizama ovisi o vrsti ulja, kemijskom sastavu, vrsti patogena i vrsti domaćina, primjenjenim koncentracijama ili volumenima i agrotehničkoj praksi (Ćosić i sur., 2014., Karimi i sur., 2016.). Eterična ulja utječu na smanjenje rasta micelija pojedinih fitopatogenih gljiva (Ammad i sur., 2018.), narušavaju metabolizam i normalno funkcioniranje stanica (Bakkali i sur., 2008.), utječu na smanjenje klijavosti spora (Vitoratos i sur., 2013.) i dovode do smrti stanica uništavanjem strukture stanične membrane (Harris, 2002.).

Arici i Demirtas (2019.) navode mogućnost primjene harpin proteina u kombinaciji s antagonističkim mikroorganizmima (*Mycorrhiza* i *T. harzianum*). Harpin proteini bogati su glicinom te su otporni na toplinu, a izlučuju ih gram-negativne fitopatogene bakterije. Harpin proteini primijenjeni direktno na biljku pokreću različite reakcije poput poticanja obrambenih mehanizama protiv patogena, primjerice utječu na aktivaciju ksilema u maslinama te na povećanje rasta biljaka (Arici i Demirtas, 2019.).



Varo-Suarez i sur. (2017.) ispitivali su mogućnost primjene komposta. Komposti sastavljeni od kruta otpada zaostala nakon proizvodnje maslinova ulja, ovčjeg stajnjaka i uree, uz dodatak vrsta *Lactobacillus plantarum*, *L. casei*, *Rhodobacter sphaeroides*, *Rhodopseudomonas palustris*, *Saccharomyces* sp., *Streptococcus lactis* i *Streptomyces* sp., pokazali su inhibicijski učinak na razvoj *Verticillium* vrsta. Papasotiriou i sur. (2013.) izolirali su vrste iz roda *Arthrobacter* i *Blastobotrys* iz rizosfere patlidžana, koji je rastao u kompostu te dokazali mogućnost primjene komposta (sastavljenoga od nusproizvoda proizvodnje maslinova ulja inokuliranih ovim mikroorganizmima) u smanjenju broja mikrosklerocija, germinacije i broja hifa *V. dahliae*. Inhibicijski učinak pokazali su i kompost od grožđa (*Vitis vinifera*) (Mulero-Aparicio i sur., 2020a.), čaj pripremljen od komposta slame kukuruza (*Zea mays*) (Li i sur., 2020b.) i biljna voda zaostala nakon proizvodnje maslinova ulja (Alfano i sur., 2011.).

### ZAKLJUČAK

Kontrola patogenih mikroorganizama jedan je od vodećih problema u poljoprivrednoj proizvodnji. Bolesti masline mogu dovesti do velikih gubitaka prinosa, te biti opasne za zdravlje ljudi jer se sekundarni metaboliti gljiva, mikotoksini, posljedično mogu naći u prehrambenim proizvodima. Primjena antagonističkih mikroorganizama, eteričnih ulja, njihovih komponenata, biljnih pripravaka i ostataka te komposta pokazuje velik potencijal u suzbijanju patogenih mikroorganizama. U pojedinim slučajevima antagonistički mikroorganizmi i biološke komponente postigli su bolje rezultate u odnosu na komercijalne fungicide. Među navedenima, najučinkovitiji su u kontroli patogena masline antagonistički mikroorganizmi *Trichoderma* sp. i *Bacillus* sp. te eterična ulja cimeta, origana i timijana. Ti mikroorganizmi i eterična ulja u većini su slučajeva inhibirali rast gljiva i do 100 %. Međutim, većina istraživanja na ovu temu provedena je u kontroliranim uvjetima, pa je teško govoriti o njihovoj učinkovitosti u praksi. U pojedinim slučajevima neki mikroorganizmi i prirodni spojevi mogu pokazivati i negativan utjecaj na biljku. Stoga, kako bi primjena antagonističkih mikroorganizama, biljnih spojeva i pripravaka bila moguća, potrebno je provesti istraživanja njihove primjene u praksi u obliku bioloških gotovih proizvoda. Trenutačno se u Hrvatskoj može nabaviti biofungicid Serenade Aso, čija je primjena dopuštena i u maslinarstvu.

### ZAHVALA

Istraživanje je financirala Hrvatska zaklada za znanost; projekti: UIP-2020-02-7413 "Prirodni bioaktivni spojevi kao izvor potencijalnih antimikrobnih tvari u suzbijanju bakterijskih i drugih gljivičnih patogena masline", Anti-Mikrobi-OL (AMO) i DOK-2021-02-2882 „Projekt razvoja karijera mladih istraživača – izobrazba novih doktora znanosti”.

## LITERATURA

**Al-Khatib, M., Alhussaen, K., El-Banna, N., Zyadeh, M.** (2010.). Biological control of olive leaf spot (peacock spot disease) caused by *Cycloconium oleaginum* (*Spilocea oleaginea*). *Advanced Journal of Microbiology Research*, 12 (6), 1-4.

**Alfano, G., Lustrato, G., Lima, G., Vitullo, D., Ranalli, G.** (2011.). Characterization of composted olive mill wastes to predict potential plant disease suppressiveness. *Biological control*, 58, 199-207.

**Ammad, F., Moumen, O., Gasem, A., Othmane, S., Hisashi, K-N., Zebib, B., Merah, O.** (2018.). The potency of lemon (*Citrus limon* L.) essential oil to control some fungal diseases of grapevine wood. *Comptes Rendus Biologies*, 341, 97-101.

**Aranda-Ocampo, S, Montes-Borrego, M., Jiménez-Díaz, R., Landa, B. B.** (2011.). Microbial communities associated with the root system of wild olives (*Olea europaea* L. subsp. *europaea* var. *sylvestris*) are good reservoirs of bacteria with antagonistic potential against *Verticillium dahliae*. *Plant and soil*, 343 (1), 329-345.

**Arici, S.E., Demirtas, A.E.** (2019.). The effectiveness of rhizosphere microorganisms to control *Verticillium* wilt disease caused by *Verticillium dahliae* Kleb. in olives. *Arabian Journal of Geosciences*, 12, 781.

**Arslan, M., Dervis, S.** (2010.). Antifungal activity of essential oils against three vegetative-compatibility groups of *Verticillium dahliae*. *World Journal of Microbiology & Biotechnology*, 26 (10), 1813-1821.

**Azabou, M.C., Gharbi, Y., Medhioub, I., Ennouri, K., Barham, H., Tounsi, S., Triki, M. A.** (2020.). The endophytic strain *Bacillus velezensis* OEE1: An efficient biocontrol agent against *Verticillium* wilt of olive and a potential plant growth promoting bacteria. *Biological Control*, 142, 104168.

**Bakkali, F., Averbek, S., Averbek, D., Idaomar, M.** (2008.). Biological effects of essential oils—A review. *Food and Chemical Toxicology*, 46 (2), 446–475.

**Barrios-Roblero, C, Rosas-Quijano, R., Salvador-Figueroa, M., Gálvez-López, D., Vázquez-Ovando, A.** (2019.). Antifungal lactic acid bacteria isolated from fermented beverages with activity against *Colletotrichum gloeosporioides*. *Food bioscience*, 29, 47-54.

**Bayar, Y., Onaran, A., Yilar, M., Gul, F.** (2018.). Determination of the Essential Oil Composition and the Antifungal Activities of Bilberry (*Vaccinium myrtillus* L.) and Bay Laurel (*Laurus nobilis* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants*, 21 (2), 548-555.

**Boučekouk, C., Kara, F. Z., Tail, G., Saidi, F., Benabdelkader, T.** (2019.). Essential oil composition and antibacterial activity of *Pteridium aquilinum* (L.) Kuhn. *Biologia futura*, 70 (1), 56-61.

**Bouaichi, A, Benkirane, R., El-kinany, S., Habbadi, K., Lougraimzi, H., Sadik, S., Benbouazza, A., Achbani, E. H.** (2019.). Potential effect of antagonistic bacteria in the management of olive knot disease caused by *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi*. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 8 (4), 1035-1040.

**Bozkurt, I. A., Soylu, S., Kara, M., Soylu, E. M.** (2020.). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils Isolated from Medicinal Plants against Gall Forming Plant Pathogenic Bacterial Disease Agents. *Journal of Agriculture and Nature*, 23 (6), 1474-1482.

- Burt S.** (2004.). Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods - a review. *International Journal of Food Microbiology*, 94 (3), 223-253.
- Cabanás, C. G-L., Ruano-Rosa, D., Legarda, G., Pizzaro-Tobías, P., Valverde-Corredor, A., Triviño, J., Roca, A., Mercado-Blanco, J.** (2018.). Bacillales Members from the Olive Rhizosphere Are Effective Biological Control Agents against the Defoliating Pathotype of *Verticillium dahliae*. *Agriculture*, 8, 90.
- Cacciola, S. O., Faedda, R., Sinatra, F., Agosteo, G. E., Schena, L., Frisullo, S., Magnano di San Lio, G.** (2012.). Olive anthracnose. *Journal of Plant Pathology*, 94 (1), 29–44.
- Camele, I., Grul'ová, D., Elshafie, H. S.** (2021.). Chemical Composition and Antimicrobial Properties of *Mentha x piperita* cv. 'Kristinka' Essential Oil. *Plants*, 10, 1567.
- Caparrotta, S., Comparini, D., Marone, E., Kimmenfield, R., Luzziotti, L., Taiti, C., Mancuso, S.** (2019.). Correlation between VOC fingerprinting and antimicrobial activity of several essential oils extracted by plant resins against *A. tumefaciens* and *P. savastanoi*. *Flavour and Fragrance Journal*, 34 (5), 377-387.
- Carrero-Carrón, I., Traperero-Casas, J. L., Olivares-García, C., Monte, E.; Hermosa, R., Jiménez-Díaz, R. M.** (2016.). *Trichoderma asperellum* is effective for biocontrol of *Verticillium* wilt in olive caused by the defoliating pathotype of *Verticillium dahliae*. *Crop Protection*, 88, 45–52.
- Carlucci, A., Raimondo, M. L., Cibelli, F., Phillips, A., Lops, F.** (2013.). *Pleurostomophora richardsiae*, *Neofusicoccum parvum* and *Phaeoacremonium aleophilum* associated with a decline of olives in southern Italy. *Phytopathologia Mediterranea*, 52 (3), 517-527.
- Castro, D., Torres, M., Sampedro, I., Martínez-Checa, F., Torres, B., Béjar, V.** (2020.). Biological Control of *Verticillium* Wilt on Olive Trees by the Salt-Tolerant Strain *Bacillus velezensis* XT1. *Microorganisms* 2020, 8 (7), 1080.
- Chen, W-Q., Morgan, D. P., Felts, D., Michailides, T. J.** (2003.). Antagonism of *Paenibacillus lentimorbus* to *Botryosphaeria dothidea* and biological control of panicle and shoot blight of pistachio. *Plant disease*, 87 (4), 359-365.
- Cheng, M., Xu, Q., Li, Y., Qin, H., Chen, J.** (2016.). Antifungal activity and identification of active compounds of *Bacillus amyloliquefaciens* subsp. *plantarum* against *Botryosphaeria dothidea*. *Forest pathology*, 46 (6), 561-568.
- Costa, D., Tavares, R. M., Baptista, P., Lino-Neto, T.** (2020.). Cork Oak Endophytic Fungi as Potential Biocontrol Agents against *Biscogniauxia mediterranea* and *Diplodia corticola*. *Journal of Fungi*, 6 (4), 287.
- Ćosić, J., Vrandečić, K., Jurković, D.** (2014.). The effect of essential oils on the development of phytopathogenic fungi. U: Sharma N. (2014.). *Biological Controls for Preventing Food Deterioration – Strategies for Pre- and Postharvest Management*, 12, 273-292.
- DZS** (2020.). Državni zavod za statistiku Republike Hrvatske, Popis poljoprivrede 2020., dostupno na: PX-Web - Odaberi tablicu (dzs.hr) (pristupljeno: 1 .6. 2022.)
- El-hamshary O. I. M., Khattab A. A.** (2008.). Evaluation of Antimicrobial Activity of *Bacillus subtilis* and *Bacillus cereus* and Their Fusants Against *Fusarium solani*. *Research Journal of Cell and Molecular Biology*, 2 (2), 24-29.

**Falcón-Piñeiro, A., Remesal, E., Noguera, M., José Ariza, J., Guillamón, E., Baños, A., Navas-Cortes, J. A.** (2021.). Antifungal Activity of Propyl-Propane-Thiosulfinate (PTS) and Propyl-Propane-Thiosulfonate (PTSO) from *Allium cepa* against *Verticillium dahliae*: In Vitro and in Planta Assays. *Journal of Fungi*, 7, 736.

**Fan, H., Ru, J., Zhang, Y., Wang, Q., Li, Y.** (2017.). Fengycin produced by *Bacillus subtilis* 9407 plays a major role in the biocontrol of apple ring rot disease. *Microbiological Research*, 199, 89-97.

**Farida, B., Hameed, K., Fatma, S-H.** (2015.). Biotechnological Studies of Several Isolates of Fluorescent *Pseudomonas* from Algerian Soil as Potential Biological Control Agents Against Olive Wilt Pathogen *Verticillium dahliae*. *Egyptian Journal of Pest Control*, Conference: 4th International Conference for Applied Biological Control (ESBCP), 25 (3), 721-728.

**Filiz Doksöz, S. F., Bozkurt, I. A.** (2022.). Biological control of *Pseudomonas savastanoi* pv. *savastanoi* causing the olive knot disease with epiphytic and endophytic bacteria. *Journal of Plant Pathology*, 104, 65-78.

**Gakuubi, M. M., Wagacha, J. M., Dossaji, S. F., Wanzala, W.** (2016.). Chemical Composition and Antibacterial Activity of Essential Oils of *Tagetes minuta* (Asteraceae) against Selected Plant Pathogenic Bacteria. *International Journal of Microbiology*, 2016, 9.

**Gardener, B.B.M.** (2004). Ecology of *Bacillus* and *Paenibacillus* spp. in agricultural systems. *Phytopathology*, 94, 1252-1258.

**Gharbi, Y., Ennouri, K., Bouazizi, E., Cheffi, M., Ali Triki, M.** (2020.). First report of charcoal disease caused by *Biscogniauxia mediterranea* on *Olea europaea* in Tunisia. *Journal of Plant Pathology*, 102, 961.

**Gharsallah, H., Ksentini, I., Naavma, S., Hadj Taieb, K., Abdelhedi, N., Schuster, C., Ali Triki, M., Ksantini, M., Leclerque, A.** (2020.). Identification of fungi in Tunisian olive orchards: characterization and biological control potential. *BMC Microbiology*, 20, 307.

**Godena, S., Ivić, D., Goreta Ban, S.** (2019). Uzročnici djelomičnog ili potpunog sušenja stabala maslina. Priručnik o rezultatima VIP projekta. Institut za poljoprivredu i turizam, Poreč.

**Greche, H., Hajjaji, N., Ismaili-Alaoui, M., Mrabet, N., Benjilali, B.** (2000.). Chemical Composition and Antifungal Properties of the Essential Oil of *Tanacetum annuum*. *Journal of Essential Oil Research*, 12 (1), 122-124.

**Grul'ová, D., Caputo, L., Elshafie, H. S., Baranová, B., De Martino, L., Sedlák, V., Gogal' ova, Z., Poráčková, J., Camele, I., De Feo, V.** (2020.). Thymol Chemotype *Origanum vulgare* L. Essential Oil as a Potential Selective Bio-Based Herbicide on Monocot Plant Species. *Molecules*, 25, 595.

**Haidar, R., Yacoub, A., Roudet, J., Fermaud, M., Rey, P.** (2021.). Application methods and modes of action of *Pantoea agglomerans* and *Paenibacillus* sp., to control the grapevine trunk disease-pathogen, *Neofusicoccum parvum*. *Oeno one*, 3, 1-16.

**Harris R.** (2002.). Progress with superficial mycoses using essential oils. *International Journal of Aromatherapy*, 12 (2), 83-91.

**Hyldgaard M., Mygind T., Meyer R.L.** (2012.). Essential oils in food preservation: mode of action, synergies and interactions with food matrix components. *Frontiers in Microbiology*, 3 (12), 1–24.

**Ivić, D., Godena, S.** (2017.). *Armillaria mellea* na maslini i nove perspektive u zaštiti od truleži korijena. Glasilo biljne zaštite 4/2017.

**Ivić, D., Tomić, Z., Godena, S.** (2018.). First Report of *Pleurostomophora richardsiae* Causing Branch Dieback and Collar Rot of Olive in Istria, Croatia. Plant Disease, 102 (12), 2648-2648.

**Ivić, D., Ivanović, A., Miličević, T., Cvjetković, B.** (2011). Shoot necrosis of olive caused by *Phoma incompta*, a new disease of olive in Croatia. Phytopathologia Mediterranea 49, 3, 414-416

**Jiang, H., Wang, X., Xiao, C., Wang, W., Zhao, X., Sui, J., Sa, R., Guo, T.L., Liu, X.** (2015.). Antifungal activity of *Brevibacillus laterosporus* JX-5 and characterization of its antifungal components. World Journal of Microbiology and Biotechnology, 31, 1605-1618.

**Jumpathong, W., Intra, B., Euranorasetr, J., Wanapaisan, P.** (2022.). Biosurfactant-Producing *Bacillus velezensis* PW192 as an Anti-Fungal Biocontrol Agent against *Colletotrichum gloeosporioides* and *Colletotrichum musae*. Microorganisms, 10 (5), 1017.

**Kadoglidou, K., Lagopodi, A., Karamanoli, K., Vokou, D., Bardas, G. A., Menexes, G., Constantinidou, H-I. A.** (2011.). Inhibitory and stimulatory effects of essential oils and individual monoterpenoids on growth and sporulation of four soil-borne fungal isolates of *Aspergillus terreus*, *Fusarium oxysporum*, *Penicillium expansum*, and *Verticillium dahliae*. European Journal of Plant Pathology, 130 (3), 297-309.

**Karimi K., Arzanlou M., Pertot I.** (2016.). Antifungal activity of the dill (*Anethum graveolens* L.) seed essential oil against strawberry anthracnose under *in vitro* and *in vivo* conditions. Archives of Phytopathology Plant Protection, 49 (19-20), 554-566.

**Karličić, V., Zlatković, M., Jovičić-Petrović, J., Nikolić, M. P., Orlović, S., Raičević, V.** (2021.). *Trichoderma* spp. from Pine Bark and Pine Bark Extracts: Potent Biocontrol Agents against *Botryosphaeriaceae*. Forests, 12, 1731.

**Kim, G. H., Koh, Y. J., Jung, J. S., Hur, J. S.** (2015.). Control of Postharvest Fruit Rot Diseases of Kiwifruit by Antagonistic Bacterium *Bacillus subtilis*. ISHS Acta Horticulturae, 1096: VIII International Symposium on Kiwifruit, 377-382.

**Kleef, F., Salman, M.** (2022.). Antifungal Effect of *Ambrosia artemisiifolia* L. Extract and Chemical Fungicide Against *Spilocaea oleagina* Causing Olive Leaf Spot. Arabian journal for Science and Engineering, 47, 113-117.

**Kovács, C., Csótó, A., Pál, K., Nagy, A., Fekete, E., Karaffa, L., Kubicek, C.P., Sándor, E.** (2021.). The biocontrol potential of endophytic *Trichoderma* fungi isolated from Hungarian grapevines. Part I. Isolation, identification and *in vitro* studies. Pathogens, 10 (12), 1612.

**Krid, S., Ali Triki, M., Gargouri, A., Rhouma, A.** (2012.). Biocontrol of olive knot disease by *Bacillus subtilis* isolated from olive leaves. Annals of Microbiology, 62, 149-154.

**Krid, S., Bouaziz, M., Ali Triki, M., Gargouri, A., Rhouma, A.** (2011.). Inhibition of olive knot disease by polyphenols extracted from olive mill waste water. Journal of Plant Pathology, 93, 561-568.

**Krid, S., Rhouma, A., Mogou, I., Quesada, J. M., Nesme, X., Gargouri, A.** (2010.). *Pseudomonas savastanoi* endophytic bacteria in live tree knots and antagonistic potential of strains of *Pseudomonas fluorescens* and *Bacillus subtilis*. Journal of Plant Pathology, 92 (2), 335-341.

**Kumar S.** (2013.). *Trichoderma*: A biological weapon for managing plant diseases and promoting sustainability. International Journal of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine, 1 (3), 106–121.

**Li, J., Fu, S., Fan, G., Li, D., Yang, S., Peng, L., Pan, S.** (2021.). Active compound identification by screening 33 essential oil monomers against *Botryosphaeria dothidea* from postharvest kiwifruit and its potential action mode. Pesticide biochemistry and physiology, 179, 104957.

**Li, Y., Han, L.-R., Zhang, Y., Fu, X., Chen, X., Zhang, L., Mei, R., Wang, Q.** (2013a). Biological Control of Apple Ring Rot on Fruit by *Bacillus amyloliquefaciens* 9001. The Plant Pathology Journal, 29 (2), 168-173.

**Li, X., Lu, X., He, Y., Deng, M., Lv, Y.** (2020a.). Identification the Pathogens Causing Rot Disease in Pomegranate (*Punica granatum* L.) in China and the Antifungal Activity of Aqueous Garlic Extract. Forests, 11 (1), 34.

**Li, S., Zhang, N., Zhang, Z., Luo, J., Shen, B., Zhang, R., Shen, Q.** (2013b). Antagonist *Bacillus subtilis* HJ5 controls *Verticillium* wilt of cotton by root colonization and biofilm formation. Biology and Fertility of Soils, 49, 295-303.

**Li, X., Zhang, Y., Wei, Z., Guan, Z., Cai, Y., Liao, X.** (2016.). Antifungal Activity of Isolated *Bacillus amyloliquefaciens* SYBC H47 for the Biocontrol of Peach Gummosis. Plos One, 11 (9).

**Li, X., Wang, X., Shi, X., Wang, Q., Li, X., Zhang, S.** (2020b). Compost tea-mediated induction of resistance in biocontrol of strawberry *Verticillium* wilt. Journal of Plant Diseases and Protection, 127, 257-268.

**Liao, M., Ren, X., Gao, Q., Liu, N., Tang, F., Wang, G., Cao, H.** (2021.). Anti-fungal activity of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*) leaf extract and its development into a botanical fungicide to control pepper phytophthora blight. Scientific reports, 11, 4146.

**López-Escudero, F. J., Mercado-Blanco, J.** (2011.). *Verticillium* wilt of Olive: A Case Study to Implement an Integrated Strategy to Control a Soil-Borne Pathogen. Plant and Soil, 344, 1-50.

**López-Moral, A., Agustí-Brisach, C., Trapero, A.** (2021.). Plant Biostimulants: New Insights into the Biological Control of *Verticillium* Wilt of Olive. Frontiers in plant science, 12.

**Maldonado-González, M. M., Bakker, P. A. H. M., Prieto, P., Mercado-Blanco, J.** (2015.). *Arabidopsis thaliana* as a tool to identify traits involved in *Verticillium dahliae* biocontrol by the olive root endophyte *Pseudomonas fluorescens* PICF7. Frontiers in Microbiology, 6, 1–12.

**Markasis, E. A., Tjamos, S. E., Antoniou, P. P., Paplomatas, E. J.** (2016.). Tjamos, E.C. Biological control of *Verticillium* wilt of olive by *Paenibacillus alvei*, strain K165. BioControl, 61, 293–303.

**Markasis, E. A., Soutatos, S. K., Koubouris, G. C., Psarras, G., Kanetis, L., Papadaki, A. A., Goumas, D. E.** (2022.). First report of *Pseudophaeomoniella oleae* causing wood streaking and decay on olive trees in Greece. Aps Publications, Plant Disease, 2022.

**Mercado-Blanco, J., Rodríguez-Jurado, D., Hervás, A., Jiménez-Díaz, R. M.** (2004.). Suppression of *Verticillium* wilt in olive planting stocks by root-associated fluorescent *Pseudomonas* spp. Biological control, 30 (2), 474-486.

.....  
**Miličević, T., Kaliterna, J.** (2014.). Biološko suzbijanje bolesti kao dio integrirane zaštite bilja. Glasilo biljne zaštite, 5, 410-415.

**Moral, J., Muñoz-Díez, C., González, N., Trapero, A., Michailides, T. J.** (2010.). Characterization and Pathogenicity of *Botryosphaeriaceae* Species Collected from Olive and Other Hosts in Spain and California. Phytopathology, 100 (12), 1340-1351.

**Morán-Díez, M. E., Carrero-Carrón, I., Rubio, M. B., Jiménez-Díaz, R. M., Monte, E., Hermosa, R.** (2019.). Transcriptomic Analysis of *Trichoderma atroviride* Overgrowing Plant-Wilting *Verticillium dahliae* Reveals the Role of a New M14 Metalloprotease CPA1 in Biocontrol. Frontiers in microbiology, 10, 1120.

**Mu, Y., Yue, Y., Gu, G., Deng, Y., Jin, H., Tao, K.** (2020.). Identification and characterization of the *Bacillus atrophaeus* strain J-1 as biological agent of apple ring rot disease. Journal of Plant Diseases and Protection, 127, 367-378.

**Müller, H., Westendorf, C., Leitner, E., Chernin, L., Riedel, K., Schmidt, S., Eberl, L., Berg, G.** (2009.). Quorum-sensing effects in the antagonistic rhizosphere bacterium *Serratia plymuthica* HRO-Ca8. FEMS Microbiology Ecology, 67 (3), 468-478.

**Mulero-Aparicio, A.; Agustí-Brisach, C.; Varo, Á.; López-Escudero, F.J.; Trapero, A.** (2019.). A non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* as a potential biocontrol agent against *Verticillium* wilt of olive. Biological Control, 139, 104045.

**Mulero-Aparicio, A, Trapero, A., López-Escudero, F. J.** (2020a.). A non-pathogenic strain of *Fusarium oxysporum* and grape marc compost control *Verticillium* wilt of olive. Phytopathologia Mediterranea, 59 (1), 159-167.

**Mulero-Aparicio, A., Varo, A., Agustí-Brisach, C., López-Escudero, F. J., Trapero, A.,** (2020b). Biological control of *Verticillium* wilt of olive in the field. Crop protection, 128, 104993.

**Montes-Osuna, N., Gómez-Lama Cabanás C, Valverde-Corredor, A., Berendsen, R.L., Prieto, P., Mercado-Blanco, J.** (2021.). Assessing the Involvement of Selected Phenotypes of *Pseudomonas simiae* PICF7 in Olive Root Colonization and Biological Control of *Verticillium dahliae*. Plants, 10 (2), 412.

**Montes-Osuna, N., Mercado-Blanco, J.** (2020.). *Verticillium* Wilt of Olive and its Control: What Did We Learn during the Last Decade? Plants, 9 (6), 735.

**Nazzaro, F., Fratianni, F., Coppola, R., De Feo, V.** (2017.). Essential oils and antifungal activity. Pharmaceuticals, 10 (4), 86.

**Nigro, F., Anteleme, I., Sion, V.** (2018.). Integrated control of aerial fungal diseases of olive. ISHS Acta Horticulturæ 1199: VIII International Olive Symposium, 327-333.

**Niu, C., Gilbert, E.S.** (2004.). Colorimetric method for identifying plant essential oil components that affect biofilm formation and structure. Applied and Environmental Microbiology, 70 (12), 6951-6956.

**Oh, S-O., Kim, J-A., Jeon, H-S., Park, J-C., Koh, Y-J., Hur, H., Hur, J-S.** (2008.). Antifungal activity of eucalyptus-derived phenolics against postharvest pathogens of kiwifruits. The Plant Pathology Journal, 24 (3), 322-327.

**Papasotiriou, F. G., Varypatakis, K. G., Christofi, N., Tjamos, S. E., Paplomatas, E. J.** (2013.). Olive mill wastes: A source of resistance for plants against *Verticillium dahliae* and a reservoir of biocontrol agents. Biological control, 67 (1), 51-60.

**Prieto, P., Mercado-Blanco, J.** (2008.). Endophytic colonization of olive roots by the biocontrol strain *Pseudomonas fluorescens* PICF7. FEMS microbiology ecology, 64 (2), 297-306.

**Rabari, V. P., Chudashama, K. S., Thaker, V. S.** (2017.). In vitro Screening of 75  
 Vol. 23 / Br. 3 ..... 387

Essential Oils Against *Colletotrichum gloeosporioides*: A Causal Agent of Anthracnose Disease of Mango. *International Journal of Fruit Science*, 18 (1), 1-13.

**Ruano-Rosa, D., Prieto, P., Rincón, A. M., Gómez-Rodríguez, M. V., Valderrama, R., Barroso, J. B., Mercado-Blanco, J.** (2016.). Fate of *Trichoderma harzianum* in the olive rhizosphere: time course of the root colonization process and interaction with the fungal pathogen *Verticillium dahliae*. *Biocontrol*, 61, 269-282.

**Salman, M.** (2017.). Biological control of *Spilocaea oleagina*, the causal agent of olive leaf spot disease, using antagonistic bacteria. *Journal of Plant Pathology*, 99 (3), 741-744.

**Sarkhosh, A., Schaffer, B., Vargas, A. I., Palmateer, A. J., Lopez, P., Soleymani, A.** (2018.). *In Vitro* Evaluation of Eight Plant Essential Oils for Controlling *Colletotrichum*, *Botryosphaeria*, *Fusarium* and *Phytophthora* Fruit Rots of Avocado, Mango and Papaya. *Plant protection Science*, 54 (3), 153-162.

**Schena, L., Mosca, S., Cacciola, S. O., Faedda, R., Sanzani, S. M., Agosteo, G. E., Sergeeva, S., Lio, G. M. D.** (2014). Species of the *Colletotrichum gloeosporioides* and *C. boninense* complexes associated with olive anthracnose. *Plant Pathology*, 63 (2), 437-446.

**Sergeeva, V., Alves, A., Philips, A. J. L.** (2009.). *Neofusicoccum luteum* associated with leaf necrosis and fruit rot of olives in New South Wales, Australia. *Phytopathologia Mediterranea*, 48 (2), 294-298.

**Shahbazi, P., Musa, M. Y., Tan, G. Y. A., Fahrat, A. A., Teo, W. F. A., Sabaratnam, V.** (2013.). *Streptomyces* strain P42 as a potent biological control against chilli anthracnose disease caused by *Colletotrichum* spp. *Research on crops*, 14 (3), 935-944.

**Sun, M., Liu, J., Li, J., Huang, Y.** (2022.). Endophytic Bacterium *Serratia plymuthica* From Chinese Leek Suppressed Apple Ring Rot on Postharvest Apple Fruit. *Frontiers in microbiology*, 12.

**Talhinhas, P., Sreenivasaprasad, S., Neves-Martins, J., Oliveira, H.** (2005.). Molecular and phenotypic analyses reveal association of diverse *Colletotrichum acutatum* groups and a low level of *C. gloeosporioides* with olive anthracnose. *Applied and Environmental Microbiology*, 71 (6), 2987-2998.

**Talhinhas, P., Loureiro, A., Oliveria, H.** (2018.). Olive anthracnose: A yield- and oil quality-degrading disease caused by several species of *Colletotrichum* that differ in virulence, host preference and geographical distribution. *Molecular Plant Pathology*, 19, 1797-1807.

**Tjamos, E. C., Tsitsigiannis, D. I., Tjamos, S. E., Antoniou, P. P., Katinakis, P.** (2004.). Selection and screening of endorhizosphere bacteria from solarized soils as biocontrol agents against *Verticillium dahliae* of solanaceous hosts. *European Journal of Plant Pathology*, 110, 35-44.

**Trabelsi, R., Sellami, H., Gharbi, Y., Krid, S., Cheffi, M., Kammoun, S., Dammak, M., Mseddi, A., Gdoura, R., Triki, M.A.** (2017.). Morphological and molecular characterization of *Fusarium* spp. associated with olive trees dieback in Tunisia. *3Biotech*, 7 (1), 28.

**Triki, M. A., Hadj-Taieb, S. K., Mellouli, I. H., Rhouma, A., Gdoura, R., Hassairi, A.** (2012.). Identification and screening of bacterial isolates from saharan weeds for *Verticillium dahliae* control. *Journal of Plant Pathology*, 94 (2), 305-311.



.....  
**Úrbez-Torres, J. R., Peduto, F., Vossen, P. M., Krueger, W. H., Gubler, W. D.** (2013.). Olive Twig and Branch Dieback: Etiology, Incidence, and Distribution in California. *Plant disease*, 97 (2), 231-244.

**Üstüner, T., Kordali, S., Bozhüyük, A. U., Kesdek, M.** (2018.). Investigation of Pesticidal Activities of Essential Oil of *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh. *Records of natural products*, 12 (6), 557-568.

**Varo, A., Mulero-Aparicio, A., Adem, M., Roca, L. F., Raya-Ortega, M. C., Lopez-Escudero, F. J., Trapero, A.** (2017.). Screening water extracts and essential oils from Mediterranean plants against *Verticillium dahliae* in olive. *Crop protection*, 92, 168-175.

**Varo, A., Raya-Ortega, M. C., Trapero, A.** (2016.). Selection and evaluation of micro-organisms for biocontrol of *Verticillium dahliae* in olive. *Journal of applied microbiology*, Vol. 121 (3), 767-777.

**Varo-Suárez, A., Raya-Ortega, M. C., Garcia-Ortis Civantos, C., Fernández-Hernández, A.** (2017.). Evaluation of organic amendments from agroindustry waste for the control of *Verticillium* wilt of olive. *Plant pathology*, 67 (4), 860-870.

**Vitoratos A., Bilalis D., Karkanis A., Efthimiadou A.** (2013.). Antifungal activity of plant essential oils against *Botrytis cinerea*, *Penicillium italicum* and *Penicillium digitatum*. *Not Bot Horti Agrobo*, 41 (1), 86-92.

**Vitullo, D., Altieri, R., Esposito, A., Nigro, F., Ferrara, M., Alfano, G., Ranalli, G.** (2013.). Suppressive biomasses and antagonist bacteria for an eco-compatible control of *Verticillium dahliae* on nursery-grown olive plants. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 10 (2), 209-220.

**Wargo M. J., Hogan D. A.** (2006.). Fungal-bacterial interactions: a mixed bag of mingling microbes. *Current Opinion in Microbiology*., 9 (4), 359-364

**Wicaksono, W. A., Jones, E. E., Monk, J., Ridgway, H. J.** (2017.). Using bacterial endophytes from a New Zealand native medicinal plant for control of grapevine trunk diseases. *Biological control*, 114, 65-72.

**Wu, L., Shang, H., Gu, H., Zheng, J.** (2019.). Bacterial iturins mediate biocontrol activity of *Bacillus* sp. against postharvest pear fruit-rotting fungi. *Journal of Phytopathology*, 167 (9), 501-509.

**Xu, S., Yao, J., Wu, F., Mei, L., Wang, Y.** (2018.). Evaluation of *Paenibacillus polymyxa* carboxymethylcellulose/poly (vinyl alcohol) formulation for control of *Carya cathayensis* canker caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Forest Pathology*, 48 (6).

**Yangui, T., Rhouma, A., Ali Triki, M., Gargouri, K., Bouzid, J.** (2008.). Control of damping-off caused by *Rhizoctonia solani* and *Fusarium solani* using olive mill waste water and some of its indigenous bacterial strains. *Crop protection*, 27 (2), 189-197.

**Yilar, M., Bayan, Y., Onaran, A.** (2016.). Chemical Composition and Antifungal Effects of *Vitex agnus-castus* L. and *Myrtus communis* L. Plants. *Notulae botanicae hirti agrobotanici cluj- napoca*, 44 (2), 466-471.

**Yin, X.T., Xu, L.N., Xu, L., Fan, S.S., Liu, Z.Y., Zhang, X.Y.** (2011.). Evaluation of the efficacy of endophytic *Bacillus amyloliquefaciens* against *Botryosphaeria dothidea* and other phytopathogenic microorganisms. *African Journal of Microbiology Research*, 5 (4), 340-345.

**Yuan, H., Shi, B., Wang, L., Huang, T., Zhou, Z., Hou, H., Tu, H.** (2022.). Isolation and Characterization of *Bacillus velezensis* Strain P2-1 for Biocontrol of Apple Postharvest Decay Caused by *Botryosphaeria dothidea*. *Frontiers in microbiology*, 12.

**Zhang, Z., Xie, Y., Hu, X., Shi, H., Wei, M., Lin, Z.** (2018.). Antifungal Activity of Monoterpenes against *Botryosphaeria dothidea*. *Natural Product Communications*, 13 (12), 1721-1724.

**Zeilinger S., Gupta V. K., Dahms T. E. S., Silva R. N., Singh H. B., Upadhyay R. S., Gomes E. V., Tsui C. K. M., Nayak C.** (2016.). Friends or foes? Emerging insights from fungal interactions with plants. *FEMS Microbiology Reviews*, 40, 182-207.

**Živković, S., Stojanović, S., Ivanović, Z., Gavrilović, V., Popović, T., Balaž, J.** (2010.). Screening of antagonistic activity of microorganisms against *colletotrichum acutatum* and *colletotrichum gloeosporioides*. *Archives of biological sciences*, 62 (3), 611-623.

**Pregledni rad**

.....  
**Milorad VOJVODIĆ, Sandra SKENDŽIĆ, Darija LEMIĆ**

*Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju  
sskendzic@agr.hr*

## **MOGUĆNOST UPORABE MULTISPEKTRALNIH KAMERA U POLJOPRIVREDI**

### **SAŽETAK**

U preciznoj se poljoprivredi, uz korištenje modernih tehnologija, nastoji poljoprivrednim proizvođačima pružiti što više potrebnih informacija u realnu vremenu, na temelju kojih bi mogli pravodobno donijeti odluke u vezi s njegovom i zaštitom poljoprivrednih kultura. Za tu su namjenu razvijene metode daljinskog istraživanja uz korištenje GPS-a, GIS-a, multispektralnih i RGB kamera, kao i ostale slične visokotehnološke opreme. Daljinska istraživanja provode se upotrebom satelita, zrakoplova, helikoptera ili dronova, kao i korištenjem platformi baziranih na tlu. U daljinskim se istraživanjima sve više prihvaća upotreba dronova opremljenih multispektralnim kamerama koje snimaju ljudskom oku vidljiv dio spektra (VIS; 400-700 nm) i nevidljivi, odnosno bliskoinfracrveni dio spektra (NIR; 700-1300 nm). Zelene biljke snažno apsorbiraju energiju zračenju u vidljivu dijelu elektromagnetskog spektra te ga koriste za fotosintetsku aktivnost, a, s druge strane, snažno reflektiraju zračenje u bliskom infracrvenom dijelu spektra. Takve varijacije u reflektiranom i apsorbiranom zračenju dovele su do formiranja vegetacijskih indeksa od kojih je najpoznatiji Vegetacijski indeks normalizirane razlike (NDVI). Fotografije dobivene korištenjem multispektralnih kamera, imaju velik potencijal za procjenu zdravstvenog stanja usjeva, za detekciju štetnika, bolesti i korova, kao i ostalih svojstava značajnih za poljoprivrednu proizvodnju. Na tržištu postoji više proizvođača i više vrsta multispektralnih kamera čije su cijene, ovisno o karakteristikama, u širokom cjenovnom rasponu. Osnovni je cilj ovog preglednog rada istražiti primjenu precizne poljoprivrede putem naprednih tehnologija, s posebnim naglaskom na daljinsko istraživanje i upotrebu multispektralnih kamera. Svrha je rada pružiti sveobuhvatne informacije o različitim metodama daljinskog istraživanja, s fokusom na upotrebu dronova opremljenih multispektralnim kamerama, posebno u kontekstu zaštite bilja.

**Ključne riječi:** daljinska istraživanja, dronovi, multispektralne kamere, precizna poljoprivreda

### **UVOD**

Kako bi se zadovoljile potrebe za hranom, kao i ostalim poljoprivrednim proizvodima, tradicionalna poljoprivredna proizvodnja u ostvarivanju tih ciljeva

(zbog neselektivne potrošnje resursa), postaje sve veće opterećenje za okoliš. Upravo zbog toga, koncept precizne poljoprivrede postaje sve poželjniji i zastupljeniji u suvremenoj poljoprivrednoj proizvodnji. Tayari i sur. (2015.) navode: „Precizna je poljoprivreda sposobnost upravljanja zemljištem po kvadratnom metru umjesto po kvadratnoj milji<sup>1</sup>“. Jurišić i sur. (2015.) preciznu poljoprivredu opisuju kao visokoproduktivnu aktivnost korištenjem malog broja tehnološki naprednih i visoko pouzdanih strojeva, a Rapčan i sur. (2018.) kao zadatak precizne poljoprivrede ističu olakšavanje donošenja odluke poljoprivrednim proizvođačima, tako da im se omogući što više preciznih informacija u stvarnom vremenu.

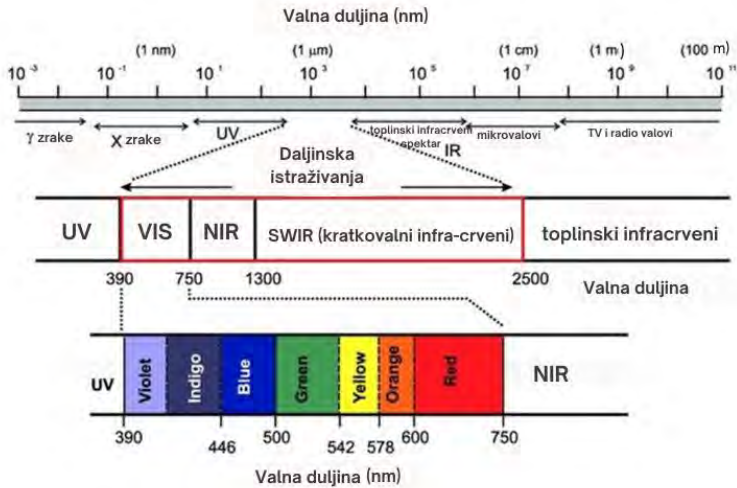
U preciznoj poljoprivredi, kao pomoć proizvođačima u provedbi zaštite bilja i njege usjeva, razvijene su metode daljinskog istraživanja uz korištenje sustava GPS-a (Global Positioning Systems), GIS-a (Geographic Information Systems) i VRT-a (Variable Rate Technology) (Lan i sur., 2009.). Sustav GPS značajan je alat koji omogućuje preciznu navigaciju na polju, a upotrebom tog sustava mogu se točno mapirati područja izložena napadima bolesti, štetnika, kao i područja u kojima su se pojavili korovi (GPS.gov, 2021.). Geografski informacijski sustav (GIS) pruža alate za pohranu, dohvaćanje, obradu, analizu i prikaz prostornih podataka i slika, a primjenom u poljoprivrednoj proizvodnji omogućava proizvođačima lakše sagledavanje i bolje razumijevanje čimbenika koji utječu na prinose kultura (npr. plodnost tla, pojavu štetnih organizama) (Deleon i sur., 2019.; Mani i sur., 2021.). Variable Rate Technology (VRT) još je jedna značajna tehnologija u preciznoj poljoprivredi, koja poljoprivrednim proizvođačima omogućava varijabilnu upotrebu gnojiva, sredstava za zaštitu bilja i vode za navodnjavanje, ovisno o stvarnim potrebama biljaka na preciznim lokacijama u polju (Growers, 2022.).

U preciznoj se poljoprivredi sve više prihvaća upotreba dronova (UAV – Unmanned Aerial Vehicles), koji se, među ostalim, koriste za praćenje zdravstvenog stanja usjeva i utvrđivanje napada štetnika (Iost Filho i sur., 2019.), a primjenom bespilotnih sustava proizvođačima se omogućava nadziranje trajnih nasada, kao i planiranje sjetve, sadnje i gnojidbe (Sito i sur., 2016.).

Dronovi korišteni u poljoprivredi opremljeni su multispektralnim kamerama koje snimaju ljudskom oku vidljiv dio elektromagnetskog spektra (VIS; 400-700 nm) i nevidljivi, odnosno bliski infracrveni dio spektra (NIR; 700-1.300 nm) (Bernašek i sur., 2014.; Lugonja i Krušelj, 2021.; Skendžić, 2022.). Na slici 1 prikazan je elektromagnetski spektar s rasponom boja unutar vidljiva dijela spektra.

---

<sup>1</sup> Jedna milja iznosi 1609 metara (Klaić, 1988.)



**Slika 1.** Elektromagnetski spektar, Izvor: uređeno prema Kerr i sur., 2011.

Hatfield i sur. (2008.) ističu velik značaj multispektralnih senzora u daljinskim istraživanjima u poljoprivredi, a Huang i sur. (2016.) utvrdili su da daljinska istraživanja pri niskim visinama leta, korištenjem zrakoplova ili dronova, imaju velik potencijal za stvaranje slika visoke rezolucije. Bepilotne letjelice opremljene multispektralnim sensorima odličan su alat za monitoring vegetacije (Sa i sur., 2018.), a Shendryk i sur., (2020.) ističu da multispektralni i LiDAR senzori, korišteni u daljinskim istraživanjima na dronovima, pokazuju veliku učinkovitost u utvrđivanju biomase i sadržaja dušika u listovima šećerne trske.

Uz multispektralne sustave, koji su jeftiniji, u uporabi su i hiperspektralni sustavi (Lan i sur., 2009.). Hiperspektralne slike iz zraka, kao i senzori bazirani na tlu, koriste se među ostalim i kao alat za procjenu gnojidbe kukuruza dušikom, s tim da su indeksi dobiveni iz zračnih snimaka jednako pouzdani kao indeksi dobiveni upotrebom opreme postavljene na tlu (Quemada i sur., 2014.). U daljinskim istraživanjima koriste se i LiDAR senzori (Light Detection and Ranging). Radi se o metodi prikupljanja prostornih podataka tehnologijom prostornog laserskog skeniranja, uglavnom korištenjem zrakoplova, a primjena u poljoprivredi može biti u određivanju visine vegetacije i količine biomase (Gajski, 2007.).

Moses-Gonzales i Brewer (2021.) ističu da se zbog napretka u karakteristikama dronova (autonomno navođenje leta, pohranjivanje i obrada podataka tijekom i nakon leta te napretka u upravljanju i analizama prostornih podataka) povećao broj entomoloških istraživanja primjenom tih letjelica. Uz razvoj i korištenje dronova za daljinska istraživanja, u poljoprivredi se sve veći značaj stavlja na dronove za aplikaciju sredstava za zaštitu bilja (Lan i Chen,

2018.). Takvi dronovi mogu se upotrebljavati i za sjetvu poljoprivrednih kultura, gdje im uspješnost već sada dostiže 70 %, uz smanjenje troškova sjetve od čak 80 % (Ilić i sur., 2019.). Ilić i sur. (2019.) također navode i procjene stručnjaka kako se aplikacijom sredstava za zaštitu bilja dronovima smanjuje količine utrošene vode za 90 %, kao i utrošak pesticida za 30 do 40 %, a cijeli se proces provodi brže, i to za čak 40 puta u odnosu na tradicionalne metode primjene sredstava za zaštitu bilja.

Primjenom bespilotnih sustava postižu se ekonomske uštede, koje omogućuju povećanje konkurentnosti domaćih poljoprivrednih proizvođača (Sito i sur., 2016.), a zbog njihove funkcionalnosti, korištenje dronova u poljoprivredi postaje sve značajnije te će oni i u budućnosti biti značajan alat u unaprjeđivanju poljoprivredne proizvodnje i u zaštiti okoliša (Lemić i sur., 2021.).

### **DALJINSKA ISTRAŽIVANJA U POLJOPRIVREDI**

Daljinskim istraživanjima dobivaju se informacije o promatranu objektu bez neposredna kontakta s njim (Mani i sur., 2021.). Ova istraživanja mogu biti provedena iz svemira (upotrebom satelita), iz zraka (upotrebom zrakoplova, helikoptera i dronova) te korištenjem platformi baziranih na zemlji, a mogu biti i kombinirani, primjenom navedenih metoda (Huag i sur., 2008., Lan i sur., 2009.). Tijekom daljinskih istraživanja, satelitskih ili zračnih, u obzir se uzimaju prostorna (veličina piksela) i spektralna rezolucija (sposobnost senzora da definira fine intervale valnih duljina i opisuje količinu spektralnih detalja) (Wójtowicz i sur., 2016.). Satelitska snimanja primjenjivija su na većim površinama za mapiranje kultura, za procjenu stanja usjeva, te za procjenu stresa od suše, poplave ili tuče, a karakterizira ih limitirajuća prostorna rezolucija (Wójtowicz i sur., 2016.). Primjena dronova raznolika je, a namijenjeni su korištenju na manjim površinama (od 50 – 500 ha), a njima se, među ostalim, mogu pratiti: fenologija usjeva, gustoća usjeva i sklop, zdravstveno stanje usjeva, potreba za prihranom i navodnjavanjem, pojava bolesti, štetnika i korova (Vukadinović, 2016.). Isti autor još navodi da se primjenom dronova može procijeniti biomasa i prinos, te da se može utvrditi i vrijeme žetve. Generalno, dronovi imaju značajne prednosti, a oprema ugrađena na njih može pružiti snimke visoke rezolucije (Wójtowicz i sur., 2016.). Istraživanja provedena u vinogradima u Italiji, korištenjem satelitskih multispektralnih snimaka i multispektralnih snimaka nastalih korištenjem dronova, pokazala su bolje rezultate dobivene uporabom dronova od rezultata dobivenih uporabom satelita (Khaliq i sur., 2019.). Za daljinska istraživanja dronovi mogu biti opremljeni RGB sensorima (valne duljine unutar crvenog, zelenog i plavog spektra), multispektralnim sensorima (između 3 i 12 širokih spektralnih pojaseva) i hiperspektralnim sensorima (stotine uskih spektralnih pojaseva) (Iost Filho i sur., 2019.).

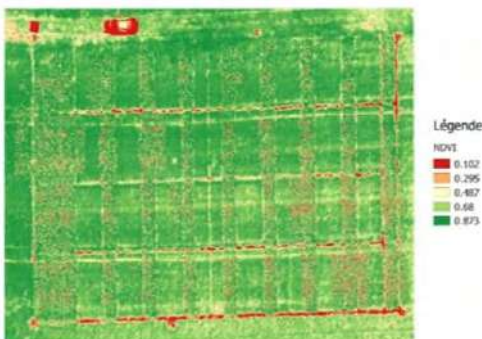
Senzori se prema načinu snimanja dijele na aktivne i pasivne. Aktivni senzori šalju energiju objektu te bilježe dio energije koja se od objekta reflektira, dok se u pasivnim sensorima koristi sunčevo zračenje koje objekti apsorbiraju, a dio reflektiraju. Taj dio reflektirajućeg zračenja senzori imaju sposobnost registrirati (Vela i sur., 2017.).

Rezultati dobiveni multispektralnim snimanjima prikazuju se u obliku vegetacijskih indeksa (Planet IX, 2022.), a računaju se s pomoću računalnih programa (Lugonja i Krušelj, 2021.). Klorofil, pigment sadržan u listovima, snažno apsorbira vidljivu svjetlost (400-700nm) koju koristi za fotosintetsku aktivnost. Stanična struktura lista, s druge strane, snažno reflektira zračenje u bliskom infracrvenom dijelu spektra (700 – 1300 nm) (Skendžić, 2022). Razlike u refleksiji i apsorpciji energije zračenja u različitim dijelovima elektromagnetskog spektra dovele su do nastanka vegetacijskih indeksa (Skendžić, 2022.). Više je parametara koji utječu na formiranje vegetacijskih indeksa. Prema Vela i sur. (2017.) to su količine fotosintetski aktivne površine, udio klorofila i biomase i geografski faktori. Vegetacijski se indeksi koriste kao podloga za odlučivanje o potrebi primjene hraniva, sredstava za zaštitu bilja i vode za navodnjavanje, kao i o izvođenju određenih agrotehničkih mjera u poljoprivrednoj proizvodnji (Lugonja i Krušelj, 2021.).

Vegetacijski indeks normalizirane razlike (eng. Normalized Difference Vegetation Index – NDVI) najčešće je korišten indeks za obradu multispektralnih podataka. (Acharya i Thapa, 2015.). Primjena ovog indeksa već je niz godina standard u razmatranju zdravstvenog stanja usjeva, koji poljoprivrednim proizvođačima ukazuje na područja na koja bi trebali obratiti više pozornosti (Herrick, 2017.). Njegova je primjena u detekciji nedostatka dušika, predikciji prinosa i biomase, detekciji bolesti i štetnika te u optimizaciji navodnjavanja (Stone i sur., 2016; Cabrera-Bosquet i sur., Skendžić i sur., 2023).

Formula za izračun NDVI indeksa glasi:

$$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$$



Vrijednosti NDVI-a u rasponu su od minus jedan (-1) do plus jedan (+1). Prikaz rezultata dobivenih primjenom normaliziranog indeksa vegetacije vidljiv je na slici 5.

**Slika 5.** Prikaz raspodjele Vegetacijskog indeksa normalizirane razlike (NDVI)

Izvor: <https://www.hiphen-plant.com/vegetation-index/3582/>

Vrijednosti indeksa od 0,8 do 0,9 mikrometara ukazuju na bujnu vegetaciju, dok negativne vrijednosti ukazuju na vodu, snijeg i oblake, a vrijednosti oko 0 na golo tlo i kamen (Vela i sur., 2017.).

Budući da na ovaj indeks mogu utjecati boja tla, sadržaj vode u tlu i biljkama, količina biomase, boja lišća i dr., Vukadinović (2016.) smatra da ga treba korigirati. Uz NDVI, koriste se i drugi vegetacijski indeksi, kao što su Vodeni indeks normalizirane razlike (NDWI), Zeleni vegetacijski indeks normalizirane razlike (GNDVI), Vegetacijski indeks prilagođen tlu (SAVI) i Poboljšani vegetacijski indeks (EVI) (Vela i sur., 2017.).

Što se tiče izvedbe, dronovi mogu biti s nepokretnim krilima 'Fixed Wing' ili s pokretnim krilima 'Rotary Wing'. Dronovi s nepokretnim krilima mogu letjeti duže vremena većom brzinom, a neki od njih ne trebaju pistu za polijetanje ili slijetanje. Dronovi s pokretnim krilima polijeću i slijeću vertikalno, ali zbog kapaciteta baterija imaju kratak dolet (kratko se mogu zadržati u zraku) (Wójtowicz i sur., 2016.). Kod postavljanja opreme za snimanje na dronove, treba uzeti u obzir da masa instaliranog sustava smije iznositi od 20 do 30 % ukupne mase mikro ili mini drona (UAV) (Nebiker i sur., 2008.).

Daljinska istraživanja značajan su segment precizne poljoprivrede, a multispektralne i hiperspektralne snimke visoke rezolucije mogu biti značajan izvor informacija za procjenu prinosa kultura, za nadzor nad razvojem usjeva, kao i u identifikaciji potencijalnih problema koji se mogu pojaviti tijekom vegetacijske sezone (Yang i sur., 2013., Lugonja i Krušelj, 2021.).

## **MULTISPEKTRALNE KAMERE I NJIHOVA PRIMJENA U ZAŠTITI BILJA**

Daljnijim razvojem tehnologije ostvaren je značajan napredak u razvoju naprednih i laganih multispektralnih senzora za korištenje na dronovima (Latif, 2018.). Odličan potencijal u procjeni biljnog zdravlja u poljoprivrednoj proizvodnji pokazuju lagani multispektralni senzori montirani na mikrodrone (Nebiker i sur., 2008.). Fotografije dobivene korištenjem multispektralnih kamera mogu biti vrlo korisne i upotrebljive (Planet IX, 2022.), a autori ističu značaj multispektralnih sustava snimanja u nadzoru usjeva u preciznoj poljoprivredi (Montes de Oca i sur., 2018.). Tako Honrado i sur. (2017.), na temelju istraživanja provedena na Filipinima, ističu da se korištenjem ovih sustava može unaprijediti nadzor i upravljanje regionalnom poljoprivrednom.

Sustav daljinskih istraživanja korištenjem dviju multispektralnih kamera, od kojih je jedna podešena na snimanje boja u vidljivu dijelu spektra (RGB), a druga na blisko infracrveno područje (NIR), ima velik potencijal za procjenu stanja usjeva, za detekciju štetnika, bolesti i ostalih svojstava značajnih za poljoprivrednu proizvodnju (Yang i sur., 2014.). Prednost kamera podešenih na snimanje u blisko infracrvenom području (NIR) je ta što imaju sposobnost rane detekcije biljnog stresa pa poljoprivredni proizvođači mogu na vrijeme reagirati i spriječiti nastanak većih šteta (Herrick, 2017.).



Osim korištenja pri daljinskim istraživanjima, ElMasry i sur. (2019.) ističu da multispektralni senzori mogu pružiti i podatke o fizikalno-kemijskim svojstvima sjemena, o fiziološkim parametrima, identifikaciju i klasifikaciju sorata te da se mogu koristiti u otkrivanju oštećenja, napada štetnika i u utvrđivanju zdravlja sjemena, kao i da mogu biti korišteni u kontroli i sortiranju sjemena.

Prema Ampatzidis i Partel (2019.) postignuti su odlični rezultati i velika točnost podataka dobivenih korištenjem multispektralnog snimanja i umjetne inteligencije kod detekcije, brojanja, kategorizacije stabala citrusa (agruma) na osnovu veličine krošnje, kao i kod utvrđivanja zdravlja biljaka te ocjene sorata i podloga.

Istraživanje provedeno u Sjedinjenim Američkim Državama pokazuje dobre rezultate u detekciji lisnih uši (*Aphis glycines*, Matsumura 1917) na soji (*Glycine max*, (L.) Merrill) korištenjem multispektralnih kamera postavljenih na bespilotnim letjelicama (Marston i sur., 2019.).

Dobar potencijal pokazuju i jeftiniji multispektralni sustavi korišteni u daljinskom istraživanju, korištenjem dronova, u praćenju pojave ramularijske pjegavosti (*Ramularia collo-cygn*, B. Sutton i J.M. Waller) na pamuku (Xavier i sur., 2019.), a multispektralne i digitalne kamere također su koristan alat i u detekciji bolesti riže uzrokovanom gljivičnom vrstom (*Rhizoctonia solani*, Kuhn) (Zhang i sur., 2018.). Studija provedena u Hong Kongu pokazuje da se daljinskim istraživanjem, korištenjem dronova opremljenih multispektralnim sensorima, mogu dobiti odlični rezultati u determinaciji bolesti salate (Ren i sur., 2017.). Također se dobri rezultati mogu dobiti i u procjeni šteta nastalih tijekom zime na uljanoj repici (Jełowicki i sur., 2020.). U svom radu, Kos i sur. (2021.) iznose karakteristike analize RGB-a i hiperspektralnih slika (HSY) u kontekstu zaštite bilja. Naglašavaju da se ove metode primarno koriste za detekciju biljnih bolesti i korova, a manje se koriste u predviđanju pojave štetnika. Metode analize vizualnih podataka variraju ovisno o vrsti istraživanja, no u posljednje vrijeme ističe se sve veća primjena umjetnih neuronskih mreža (ANN) i konvolucijskih neuronskih mreža (CNN) u ovom području (Kos i sur., 2021.).

Istraživanje koje su u Sjedinjenim Američkim Državama proveli Elliot i sur. (2007.) pokazalo je učinkovitost relativno jeftinih multispektralnih sustava u otkrivanju stresa kod ozime pšenice uzrokovana napadom ruske pšenične lisne uši (*Diuraphis noxia*, Mordviko 1913) te razlikovanja tih simptoma od simptoma nastalih djelovanjem ostalim stresora, kojima su biljke bile izložene. Na tržištu postoji više proizvođača i više vrsta multispektralnih kamera. Dobre rezultate pri daljinskim istraživanjima u kontroli korova, kao i u detekciji šteta od kukaca ima sustav MS 4100 (Huang i sur., 2008.). Dobar uspjeh u preciznoj poljoprivredi pokazuju i multispektralne kamere Micasense Red-Edge (slika 2), Parrot Sekoia (slika 3) (Oljača i sur., 2018.) te multispektralna kamera integrirana na dron DJI Phantom 4 Multispectral (slika 4) (Dronovi shop, 2022.).



**Slika 2.** Multispektralna kamera MicaSense RedEdge

Izvor: <https://coptrz.com/a-guide-to-multispectral-cameras-for-uavs/>

Ovo je jedna od naprednijih multispektralnih kamera, a može se integrirati na većinu dronova. Snima u pet pojaseva (plavi, zeleni, crveni, crveni rubni i bliski infracrveni), a dobiveni se podatci mogu koristiti za analizu usjeva, kao i za donošenje odluka o vremenu žetve (COPTRZ, 2022.).



**Slika 3.** Multispektralna kamera Parrot Sequoia

Izvor: <https://coptrz.com/a-guide-to-multispectral-cameras-for-uavs/>

Parrot Sequoia kamera je opremljena multispektralnim i sunčanim senzorom, posebno dizajnirana za korištenje na svim vrstama dronova. Pruža točne podatke o zdravstvenom stanju biljaka i omogućuje optimalnu primjenu gnojiva i sredstava za zaštitu bilja (COPTRZ, 2022.).



**Slika 4.** Dron s integriranom multispektralnom kamerom DJI P4 Multispectral

Izvor: <https://frontierprecision.com/product/dji-p4-multispectral/>

Ova multispektralna kamera postavljena je na dron, pa s njim čini cjelinu. Sastoji se od šest kamera koje snimaju u RGB-u, crvenom rubnom i bliskom infracrvenom području (DJI, 2022.).

Cijene kamera značajno variraju. Tako su ADC multispektralne kamere, koje snimaju u crvenom i bliskom infracrvenom području, pogodne za nadzor zdravstvenog stanja usjeva (koriste se postavljene na dronovima) jeftinije, s cijenom od oko 5.000,00 dolara (Huang i sur., 2010.). Isti autori iznose podatak da je cijena geoprostorne multispektralne kamere MS 4100 oko 20.000,00 dolara, dok sustav kamera baziran na tri kamere visoke kvalitete (TTAMRASS - Texas Tech Airborne Multispectral Remote Sensing System), koje pokrivaju vidljivi i NIR spektar te toplinske infracrvene valove koštaju oko 80.000,00 dolara. Ovi sustavi multispektralnih kamera, zbog veće mase, nisu pogodni za montažu na dronove, već se postavljaju na zrakoplove.

## ZAKLJUČAK

Daljinska istraživanja u preciznoj poljoprivredi, korištenjem multispektralnih kamera, kao i ostalih visokosofisticiranih sustava (GPS-a, GIS-a, hiperspektralnih i LiDAR senzora i sl. opreme) koristan su alat u praćenju vegetacije i procjeni zdravstvenog stanja usjeva, na temelju kojih poljoprivredni proizvođači mogu donositi odluke o provedbi zahvata zaštite, prihrane, njege i žetve uzgajanih kultura. Najbolji se rezultati snimanja, zbog kvalitete snimaka, kao i brzine dostupnosti rezultata snimanja, postižu korištenjem multispektralnih kamera postavljenih na dronove. Dronovi se sve više koriste jer su funkcionalniji i dostupniji od ostalih oblika daljinskih istraživanja. Na tržištu ima veći broj proizvođača i dostupno je više vrsta multispektralnih kamera. Zbog svoje izvedbe, koja dopušta postavljanje na dron, kao i zbog prikupljanja snimaka visoke rezolucije, dobrima su se pokazale kamere Micasense Red-Edge i Parrot Sekuoia te multispektralna kamera integrirana na dron DJI Phantom 4 Multispectral. Rezultati multispektralnih snimanja prikazuju se u obliku vegetacijskih indeksa, a udjeli fotosintetski aktivne zelene površine, klorofila i biomase neki su od parametara koji utječu na njihovo formiranje. Najznačajniji i najčešće korišteni vegetacijski indeks je NDVI – Vegetacijski indeks normalizirane razlike, ali se zbog veće preciznosti i pouzdanosti uz korištenje ovog indeksa, koriste i neki drugi, kao što su NDWI, GNDVI, EVI i SAVI. Mogućnosti uporabe multispektralnih kamera u zaštiti bilja doista su velike. Provedena istraživanja pokazuju velik potencijal i učinkovitost ovih kamera u procjeni zdravstvenog stanja usjeva, u ranoj detekciji štetnika, biljnih bolesti i korova. Uporabom tih sustava smanjuje se vrijeme otkrivanja biljaka izloženih stresu, pa poljoprivredni proizvođači mogu na vrijeme reagirati i spriječiti eventualan nastanak većih šteta.

## POSSIBILITY OF USING MULTISPECTRAL CAMERAS IN AGRICULTURE

### SUMMARY

Precision agriculture is about using modern technologies to provide farmers with as much real-time information as possible, based on which they can make timely decisions about the care and protection of agricultural crops. To this end, remote sensing methods have been developed using GPS, GIS, multispectral and RGB cameras and other similar high-tech equipment. Remote sensing is conducted using satellites, airplanes, helicopters or drones, and ground-based platforms. The use of drones equipped with multispectral cameras that capture both the part of the spectrum visible to the human eye (VIS, 400-700 nm) and the invisible, i.e., infrared part of the spectrum (NIR, 700-1,300 nm), is becoming increasingly common in remote sensing research. Vegetation reflects most of the radiation it receives in the green (visible) part of the electromagnetic spectrum and absorbs much of the infrared energy, while dry land absorbs large amounts of visible light but reflects much of the near-infrared (NIR) spectrum. Images captured by two multispectral cameras (RGB and NIR) offer great potential for assessing crop condition, detecting pests, diseases and weeds, and other features important to agricultural production. There are several manufacturers and different types of multispectral cameras on the market, with a wide price range depending on their features, so high-tech cameras can cost over \$80,000.00.

**Keywords:** drones (UAV), multispectral cameras, precision agriculture, remote sensing

### LITERATURA

**Acharya, M.C., Thapa, R.B.** (2015.). Remote sensing and its application in agricultural pest management. *The Journal of Agriculture and Environment*, 16, 43-61.

**Ampatzidis, Y., & Partel, V.** (2019.). UAV-based high throughput phenotyping in citrus utilizing multispectral imaging and artificial intelligence. *Remote Sensing*, 11(4), 410.

**Bernašek, A., Žiljak Vujić, J., & Uglješić, V.** (2014.). Vizualni i infracrveni spektar za bojila digitalnog tiska. *Polytechnic and design*, 2(2), 163-168.

**Cabrera-Bosquet, L., Molero, G., Stellacci, A., Bort, J., Nogués, S., & Araus, J.** (2011.). NDVI as a potential tool for predicting biomass, plant nitrogen content and growth in wheat genotypes subjected to different water and nitrogen conditions. *Cereal Research Communications*, 39(1), 147-159.

**COPTRZ** (2022). A Guide to Multispectral Cameras for UAVs. Dostupno na: <https://coptrz.com/a-guide-to-multispectral-cameras-for-uavs/> (pristupljeno: 12. 6. 2022.)

**Deleon, L., Brewer, M. J., Esquivel, I. L., & Halcomb, J.** (2017.). Use of a geographic information system to produce pest monitoring maps for south Texas cotton and sorghum land managers. *Crop Protection*, 101, 50-57.

- DJI**, (2022.). P4 Multispectra. Plant Intelligence for Targeted Action, Dostupno na: <https://www.dji.com/hr/p4-multispectral> (pristupljeno: 12.06.2022.)
- Dronovi shop** (2022.). DJI Phantom 4 Multispectral, Dostupno na: <https://www.dronovishop.hr/dji-phantom-4-multispectral/> (pristupljeno: 6. 6. 2022.)
- Dyck, V. A., Hendrichs, J., & Robinson, A. S.** (2021.). Sterile insect technique: principles and practice in area-wide integrated pest management (p. 1216.). Taylor & Francis.
- Elliott, N., Mirik, M., Yang, Z., Dvorak, T., Rao, M., Michels, J., ... & Royer, T.** (2007.). Airborne multi-spectral remote sensing of russian wheat aphid injury to wheat. *Southwestern Entomologist*, 32(4), 213-219.
- ElMasry, G., Mandour, N., Al-Rejaie, S., Belin, E., & Rousseau, D.** (2019.). Recent applications of multispectral imaging in seed phenotyping and quality monitoring—An overview. *Sensors*, 19(5), 1090.
- Gajski, D.** (2007). Osnove laserskog skeniranja iz zraka. *Ekscentar*, (10), 16-22.
- GPS. Gov** (2021.). Agriculture. Dostupno na: <https://www.gps.gov/applications/agriculture/#:~:text=GPS%20allows%20farmers%20to%20accurately,weed%20infestations%20in%20the%20field.> (pristupljeno: 9. 6. 2022.)
- Growers** (2022.). Variable Rate Technology: What is it and What Are the Benefits? Dostupno na: <https://growers.ag/blog/variable-rate-technology-what-is-it-and-what-are-the-benefits/> (pristupljeno: 9. 6. 2022.)
- Hatfield, J. L., Gitelson, A. A., Schepers, J. S., & Walthall, C. L.** (2008.). Application of spectral remote sensing for agronomic decisions. *Agronomy Journal*, 100, S-117.
- Herrick, S.** (2017.). NDVI vs. False NDVI: What's better for analyzing crop health? Dostupno na: <https://botlink.com/blog/ndvi-vs-false-ndvi-whats-better-for-analyzing-crop-health> (pristupljeno: 6. 6. 2022.)
- Honrado, J. L. E., Solpico, D. B., Favila, C. M., Tongson, E., Tangonan, G. L., & Libatique, N. J.** (2017, October). UAV imaging with low-cost multispectral imaging system for precision agriculture applications. In 2017 IEEE Global Humanitarian Technology Conference (GHTC) (pp. 1-7). IEEE.
- Huang, Y., Thomson, S.J., Brand, H.J., Reddy, K.N.** (2016.). Development and evaluation of low-altitude remote sensing systems for crop production management. *International Journal of Agricultural & Biological Engineering*, 9(4): 1—11.
- Huang, Y., Lan, Y., Hoffmann, W.C.** (2008.). Use of Airborne Multi-Spectral Imagery in Pest Management Systems. *Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal*. Manuscript IT 07 010. Vol. X.
- Huang, Y., Thomson, S. J., Lan, Y., & Maas, S. J.** (2010.). Multispectral imaging systems for airborne remote sensing to support agricultural production management. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 3(1), 50-62.
- Ilić, M.** (2019.). Dronovi u poljoprivredi—IT podrška, zakonske regulative i prednosti upotrebe. In *Sinteza 2019-International Scientific Conference on Information Technology and Data Related Research* (pp. 394-400). Singidunum University.
- Iost Filho, F. H., Heldens, W. B., Kong, Z., & de Lange, E. S.** (2020.). Drones: innovative technology for use in precision pest management. *Journal of economic entomology*, 113(1), 1-25.
- Jełowicki, Ł., Sosnowicz, K., Ostrowski, W., Osińska-Skotak, K., & Bakula, K.** (2020.). Evaluation of rapeseed winter crop damage using UAV-based multispectral imagery. *Remote Sensing*, 12(16), 2618.

**Jurišić, M., Šumanovac, L., Zimmer, D., & Barač, Ž.** (2015.). Tehnički i tehnološki aspekti pri zaštiti bilja u sustavu precizne poljoprivrede. *Poljoprivreda*, 21(1), 75-81.

**Kos, T., Šikić, Z., Zdrilić, A., Marčelić, Š., Gašparović Pinto, A., Zorica, M., Franin, K. & Kolega, Š.** (2021.) Tehnike analize vizualnih podataka za rano otkrivanje i klasifikaciju štetnih organizama i biljnog stresa. *Fragmenta phytomedica*, 35 (7), 34-58.

**Kerr, A., Rafuse, H., Sparkes, G., Hinchey, J., & Sandeman, H.** (2011.). Visible/infrared spectroscopy (VIRS) as a research tool in economic geology: background and pilot studies from Newfoundland and Labrador. *Geological Survey, Report*, 11, 145-166.

**Khaliq, A., Comba, L., Biglia, A., Ricauda Aimonino, D., Chiaberge, M., & Gay, P.** (2019.). Comparison of satellite and UAV-based multispectral imagery for vineyard variability assessment. *Remote Sensing*, 11(4), 436.

**Klaić, B.** (1988.). *Rječnik stranih riječi*. Zagreb, Nakladni zavod Matice hrvatske

**Mani, P. K., Mandal, A., Biswas, S., Sarkar, B., Mitran, T., & Meena, R. S.** (2021.). Remote sensing and geographic information system: a tool for precision farming. *Geospatial Technologies for Crops and Soils*, 49-111.

**Lan, Y., & Chen, S.** (2018.). Current status and trends of plant protection UAV and its spraying technology in China. *International Journal of Precision Agricultural Aviation*, 1(1).

**Lan, Y., Huang, Y., Martin, D. E., & Hoffmann, W. C.** (2009.). Development of an airborne remote sensing system for crop pest management: system integration and verification. *Applied engineering in agriculture*, 25(4), 607-615.

**Latif, M. A.** (2018.). An agricultural perspective on flying sensors: State of the art, challenges, and future directions. *IEEE Geoscience and Remote Sensing Magazine*, 6(4), 10-22.

**Lemić, D., Radanović, R., Orešković, M., Genda, M., Kapor, K., Virić Gašparić, H.** (2021.). Dronovi kao moderan alat za suvremenu poljoprivredu. *Glasiilo biljne zaštite*, 21 (4): 476-491.

**Lugonja, D., Krušelj, I.** (2021.). Primjena dronova i GIS-a u preciznoj poljoprivredi, Dostupno na: <https://www.savjetodavna.hr/2021/09/13/primena-dronova-i-gis-a-u-preciznoj-poljoprivredi/> (pristupljeno: 1. 6. 2022.)

**Marston, Z.P.D., Cira, T.M., Hodgson, E.W., Knight, J.F., MacRae, I.V., Koch, R.L.** (2019.). Detection of Stress Induced by Soybean Aphid (Hemiptera: Aphididae) Using Multispectral Imagery from Unmanned Aerial Vehicles. *Journal of Economic Entomology*, 20(20): 1-8.

**De Oca, A. M., Arreola, L., Flores, A., Sanchez, J., & Flores, G.** (2018, June). Low-cost multispectral imaging system for crop monitoring. In 2018 International Conference on Unmanned Aircraft Systems (ICUAS) (pp. 443-451). IEEE.

**Moses-Gonzales, N., & Brewer, M. J.** (2021.). A special collection: drones to improve insect pest management. *Journal of Economic Entomology*, 114(5), 1853-1856.

**Nebiker, S., Annen, A., Scherrer, M., & Oesch, D.** (2008.). A light-weight multispectral sensor for micro UAV — Opportunities for very high resolution airborne remote sensing. *International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 37(B1), 1193-1200.

.....  
**Oljača, V.M., Pajić, M., Gligorović, K., Dražić, M., Zlatanović, I., Dimitrijević, A., Miodragović, R., Mileusnić, Z., Radojević, R., Živković, M., Petrović, D., Radivojević, D., Urošević, M., Topisirović, G., Radičević, B., Ećim, O., Balać, N.** (2018.). Dizajn, klasifikacija, perspektive i moguća aplikacija dronova u poljoprivredi Srbije. *Poljoprivredna tehnika*, 43(4): 29-56.

**Planet IX** (2022.). Multispektralno snimanje. Dostupno na: <https://planetix.hr/usluge/snimanje-iz-zraka-automatska-obrada-snimaka/> (pristupljeno: 30. 5. 2022.)

**Quemada, M., Gabriel, J.L., Zarco-Tejada, P.** (2014.). Airborne Hyperspectral Images and Ground-Level Optical Sensors As Assessment Tools for Maize Nitrogen Fertilization. *Remote Sens.*, 6: 2940-2962.

**Rapčan, I., Jurišić, M., Plaščak, I., Barač, Ž., Zimmer, D., Bogнар, M.** (2018.). Gnojidba pšenice u sustavu precizne poljoprivrede. *Agronomski glasnik*, 3, 163-172.

**Ren, D.D.W., Tripathi, S., Li, L.K.B.** (2017.). Low-cost multispectral imaging for remote sensing of lettuce health. *Journal of Applied Remote Sensing*, 11(1)

**Sa, I., Popović, M., Khanna, R., Chen, Z., Lottes, P., Liebisch, F., Knežević, M., Marković, I., Miklić, D., Petrović, I., Aldoma, A., Nieto, J., Stachniss, C., Cremers, D., Siegwart, R.** (2018). WeedMap: A large-scale semantic weed mapping framework using aerial multispectral imaging and deep neural network for precision farming. *Remote Sensing*, 10(9), 1423.

**Shendryk, Y., Sofonia, J., Garrard, R., Rist, Y., Skocaj, D., & Thorburn, P.** (2020.). Fine-scale prediction of biomass and leaf nitrogen content in sugarcane using UAV LiDAR and multispectral imaging. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 92, 102177.

**Šito, S., Kovačić, F., Krznarić, K., Bilandžija, N., Džaja, V., Šket, B., & Grubor, M.** (2016.). Primjena bespilotnih sustava u hortikulturnoj proizvodnji. In *Proceedings: 51st croatian and 11th international symposium on agriculture*. Opatija, Croatia (pp. 507-511).

**Skendžić, S.** (2022.). Vegetacijski indeksi—alati za procjenu stanja usjeva pšenice. *Glasilo biljne zaštite*, 22(3), 329-344.

**Skendžić, S., Zovko, M., Lešić, V., Pajač Živković, I., & Lemić, D.** (2023.). Detection and Evaluation of Environmental Stress in Winter Wheat Using Remote and Proximal Sensing Methods and Vegetation Indices—A Review. *Diversity*, 15(4), 481.

**Stone, K. C., Bauer, P. J., & Sigua, G. C.** (2016.). Irrigation management using an expert system, soil water potentials, and vegetative indices for spatial applications. *Transactions of the ASABE*, 59(3), 941-948.

**Tayari, E., Jamshid, A.R., Goodarzi, H.R.** (2015.). Role of GPS and GIS in precision agriculture. *Journal of Scientific Research and Development*, 2 (3): 157-162.

**Vela, E., Medved, I., & Miljković, V.** (2017). Geostatistička analiza vegetacijskih indeksa na šumskom ekosustavu Česma. *Geodetski list*, 1(17), 25-40.

**Vukadinović, V.** (2016.). Dronovi u poljoprivredi. Dostupno na: [http://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Zanimljivosti/Zanimljivosti\\_06-2016.pdf](http://tlo-i-biljka.eu/Gnojidba/Zanimljivosti/Zanimljivosti_06-2016.pdf) (pristupljeno: 29. 5. 2022.).

**Wójtowicz, M., Wójtowicz, A., Piekarczyk, J.** (2016.). Application of remote sensing methods in agriculture. *Communications in Biometry and Crop Science*, 11 (1): 31-50.

**Xavier, T. W., Souto, R. N., Statella, T., Galbieri, R., Santos, E. S., S. Suli, G., & Zeilhofer, P.** (2019.). Identification of *Ramularia* leaf blight cotton disease infection levels by multispectral, multiscale UAV imagery. *Drones*, 3(2), 33.

**Yang, C., Everitt, J. H., Du, Q., Luo, B., & Chanussot, J.** (2012.). Using high-resolution airborne and satellite imagery to assess crop growth and yield variability for precision agriculture. *Proceedings of the IEEE*, 101(3), 582-592.

**Yang, C., Westbrook, J. K., Suh, C. P. C., Martin, D. E., Hoffmann, W. C., Lan, Y., Thomson, S. J., Bagwell, R. D., Fritz, B. K., Kemerait, R. C., Roskopf, E. N., & Goolsby, J. A.** An airborne multispectral imaging system based on two consumer-grade cameras for agricultural remote sensing. *Remote Sensing*, 6(6), 5257-5278.

**Zhang, D., Zhou, X., Zhang, J., Lan, Y., Xu, C., & Liang, D.** (2018.). Detection of rice sheath blight using an unmanned aerial system with high-resolution color and multispectral imaging. *PloS one*, 13(5), e0187470.

**Pregledni rad**



## SKUPOVI

**13. Međunarodni poljoprivredni simpozij "AGROSYM 2022"**

Od 6. do 9. listopada 2022. održan je, na planini Jahorina u Bosni i Hercegovini, 13. Međunarodni poljoprivredni simpozij AGROSYM 2022 koji je organizirao Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Istočnom Sarajevu, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu i Mediteranski agronomski institut u Bariju, te 37 međunarodnih institucija i organizacija u suorganizatorskoj ulozi. Svrha Simpozija bila je potaknuti međunarodnu znanstvenu raspravu o poljoprivredi, prehrani, ruralnom razvoju, šumarstvu i ekologiji. Taj Simpozij bio je odlična prilika za razmjenu ideja, jačanje postojećih i stvaranje novih akademskih mreža, kao i za suradnju i raspravu među akademskom zajednicom, javnim institucijama i privatnim sektorom glede najnovijih regionalnih, ali i globalnih, problema i trendova.

Simpozij AGROSYM 2022 održan je trinaestu godinu zaredom, ovaj put u hibridnu obliku, uživo i *online* putem ZOOM platforme. Na Simpoziju su sudjelovali znanstvenici sa svih kontinenata, što mu daje velik međunarodni značaj. Predstavljeno je više od 700 radova iz 80 zemalja svijeta. Simpozij je dao značajan doprinos, kako znanosti, tako i poljoprivrednoj praksi u područjima zaštite bilja i sigurnosti hrane, biljne proizvodnje, ekološke poljoprivrede, zaštite okoliša i upravljanja prirodnim resursima, stočarstva, ruralnog razvoja, agroekonomike te šumarstva.

Svoj znanstveni rad na Simpoziju predstavili su i djelatnici Zavoda za poljoprivrednu zoologiju, Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. Autori Čirjak D., Miklečić, I., Lemić, D., Kos, T. i Pajač Živković I. online su predstavili rad s poster-izlaganjem naslova *The use of RGB and hyperspectral imaging in detection of codling moth and its damages on apple*. U svim sekcijama prezentirani su kvalitetni i zanimljivi radovi, a multidisciplinarni zaključci dobiveni tijekom Simpozija pridonijet će širenju znanja i dobrih poljoprivrednih praksi među svim sudionicima poljoprivredno-prehrambenog sektora, kao i široj javnosti. Uz znanstveni i stručni dio, sudionici Simpozija imali su organiziran cjelodnevni izlet u Mostar i okolicu, kao i poludnevni izlet u stari grad Sarajevo i na rijeku Bosnu.

Održavanje 13. Međunarodnog poljoprivrednog simpozija "AGROSYM 2022", iako *online* putem, omogućilo je stvaranje novih poznanstava, stjecanje novih znanja i ideja za buduće znanstveno i stručno djelovanje, kao i želju za ponovnim sudjelovanjem na AGROSYM-u 2023, no tada uživo.

**Dana Čirjak, mag. ing. agr.**

## 5. SIMPOZIJ HRVATSKOG ENTOMOLOŠKOG DRUŠTVA

U Osijeku je na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti, u dvorani Aula Magna, 29. i 30. rujna 2022. održan 5. Simpozij Hrvatskog entomološkog društva, pod organizacijom Hrvatskog entomološkog društva, a suorganizatori su bili: Biološki odsjek Prirodoslovno-matematičkog fakulteta te Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Udruga Hyla iz Zagreba, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek te Odjel za biologiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni institut Osijek, Fakultet šumarstva i drvne tehnologije Sveučilišta u Zagrebu te Hrvatski šumarski institut. Cilj Simpozija bio je upoznavanje javnosti s istraživanjima iz područja entomologije te povezivanje i jačanje suradnje znanstvenika i stručnjaka entomologa u Hrvatskoj. Znanstveni program simpozija obuhvatio je 20 usmenih izlaganja i 9 poster-prezentacija, a održano je i jedno plenarno izlaganje prof. dr. sc. Durbešić Paula pod naslovom *Nenapisane istine o našem HED-u u mojim sjećanjima*. Također je održana i godišnja skupština članova Hrvatskog entomološkog društva, na kojoj se raspravilo o važnim pitanjima za budućnost Hrvatskog entomološkog društva.

Svoje su radove na Simpoziju predstavili djelatnici Zavoda za poljoprivrednu zoologiju, Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta s tri usmena izlaganja i jednom poster-prezentacijom. Usmeno izlaganje *Invazivni štetnici prijete poljoprivrednim kulturama* iznijela je Kadoić Balaško Martina u koautorstvu s Lemić D. Rad pod naslovom *Rana detekcija smeđe mramoraste stjenice korištenjem automatskog sustava za praćenje štetnika usmeno je* predstavila Čirjak Dana u ime grupe autora: Miklečić, I., Lemić, D., Kos, T. i Pajač Živković, I., a usmeno izlaganje pod naslovom *Utjecaj klimatskih promjena na invazivne štetnike u poljoprivredi* iznijela je Skendžić Sandra u ime grupe autora: Zovko, M., Pajač Živković, I., Lešić, V., Lemić, D. Nadalje, predstavljen je i poster nazvan *Krijesnice Hrvatske – prikaz rezultata projekta 'Krešo Krijesnica' i revizija muzejskih zbirki* autora Virić Gašparić, H., Pajač Živković, I. i Lemić, D.

Uz znanstveni dio, sudionici Simpozija imali su organiziran zanimljiv izlet po Baranji. Posjetili su dvorac Tikveš koji se nalazi u sklopu Parka prirode Kopački rit. Izlet je bio upotpunjen obilaskom podruma Belje, koji se nalazi u samom središtu Kneževih vinograda, te degustacijom vina. Izlet, kao i 5. Simpozij Hrvatskog entomološkog društva, završio je zajedničkim ručkom u podrumima vinarije Josić.

Održavanje 5. Simpozija Hrvatskog entomološkog društva, uz obilje znanja i novih spoznaja, omogućilo je stvaranje novih poznanstava i, nakon nekoliko godina stanke, ponovni susret hrvatskih entomologa i članova Hrvatskog entomološkog društva. Stečena su nova prijateljstva i suradnje, a stara dodatno obnovljena.



Sudionici 5. Simpozija Hrvatskog entomološkog društva  
(Izvor: Sarajilić A.)

Dana Čirjak, mag. ing. agr.

## 20<sup>th</sup> EUROPEAN CARABIDOLOGISTS MEETING

Trčci (Coleoptera: Carabidae) jedna su od najbrojnijih porodica kornjaša i među najbolje istraženima skupinama kukaca. Vrste ovih kukaca dobri su pokazatelji (bioindikatori) kvalitete staništa i promjena u ekosustavu. S obzirom na način ishrane, predatorske i granivorne vrste važne su u biološkom suzbijanju biljnih nametnika i korova. Slobodno se može reći da dio europske karabidološke priče čine i hrvatski entomolozi i njihova istraživanja.

Gotovo više od tri godine nakon uspješna 19. susreta karabidologa u Primiero San Marino di Castrozza, Trento u Italiji, te 53 godine nakon prvog susreta karabidologa u Biološkoj stanici u Wijsteru u Nizozemskoj, 20. susret održan je u Poljskoj, u Varšavi, u razdoblju od 25. do 27. srpnja 2022. godine.

Karabidološki skup u Poljskoj organizirali su stručnjaci Warsaw University of Life Sciences, te pod pokroviteljstvom poljskog entomološkog društva i poljskih državnih šuma. Treba naglasiti da je on hrabro organiziran nakon utišavanja COVID krize, koja je značajno poremetila mnoga znanstvena okupljanja uživo. Na skupu se okupilo oko 25 karabidologa iz desetak država Europe i iz Kanade, s izostankom drugih zemalja svijeta koje su obično pratile ovu skupinu istraživača. Ovim događanjem skup se vratio u europski kontekst.

Slogan skupa bio je: „Što je valjana osnovna vrijednost u komparativnim istraživanjima karabidologa“. Izlaganja su obuhvaćala područja ekologije, morfologije i zaštite prirode. Skup je tematski bio manje intenzivan nego

prethodni, ali zbog okolnosti hrabar i obnoviteljski. Pozvana predavanja održali su cijenjeni karabidolozi i eminentni znanstvenici: Axel Schwerk – „Carabid beetle assemblages of the Białowieża Forest depending on protection categories and habitat parameters with notes on their indicator potential” i Lucija Šerić Jelaska – „Carabids in the Dinaric Mountain forests”. Tijekom kongresa karabidolog veteran i eminentni stručnjak Rikjan Vermeulen održao je govor u sjećanje na Jana Szyszka „In Memoriam Jan Szyszko (19 April 1944 – 9 October 2019”. Karabidolog Jan Szyszko bio je pionir suvremene zaštite prirode u Poljskoj. U nekoliko navrata i visoki državni dužnosnik, ministar zaštite okoliša Republike Poljske. Jan Szyszko ostavio je dubok pečat u zaštiti prirode osnovavši istraživačku stanicu u mjestu Tuczno u Poljskoj koju su posjećivali mnogi europski ekolozi.

Predavanja na 20. europskom karabidološkom kongresu bila su grupirana unutar šest tematskih sekcija tijekom kojih je dobiven pregled svih aktualnih istraživanja trčaka u Europi. Vrlo su zanimljiva bila izlaganja o istraživanjima trčaka na specifičnim staništima povezanim s poljoprivrednom proizvodnjom ili s agronomskim ekološkim sustavima (Sacco-Martret de Prévile i sur. 2022., Willenborg i sur. 2022., Sienkiewicz i sur. 2022., Piotrowska i sur. 2022.) i prirodnim pašnjacima (Venn 2022. i Venn i sur. 2022) te šumskim ekosustavima (Schwerk 2022., Skłodowski 2022. i Šerić Jelaska 2022.) i dr.

Na kongresu su aktivno sudjelovali istraživači s Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, iz istraživačke grupe dr. sc. Lucije Šerić Jelaska, članice znanstvenog odbora 20. ECM-a, i izv. prof. dr. sc. Tomislav Kos sa Sveučilišta u Zadru, Odjela za ekologiju, agronomiju i akvakulturu. Hrvatski su istraživači trima izlaganjima, jednim usmenim (Šerić Jelaska 2022.) i s dva postera (Šerić Jelaska i sur. 2022. i Ivanković Tatalović i sur. 2022.) predstavili rezultate istraživanja na projektu MEDITERATRI (HRZZ UIP-05-2017-1046). Plenarnim izlaganjem prikazana su višegodišnja istraživanja trčaka na Dinaridima. Ostalim radovima prikazani su rezultati funkcionalnih značajki populacija trčaka u vinogradima i maslinicima na području Zadarske županije, u Italiji i Grčkoj, te utjecaj pesticida iz skupine neonikotinoida i organofosfata na ponašanje trčaka, kao i njihovo širenje trofičkim interakcijama, dominantnima u istraživanim ekosustavima. Iz projekta MEDITERATRI i PESCAR ostvarena su sredstava i financirano sudjelovanje na skupu.

Pri završetku kongresa uručeno je priznanje za najbolji poster. Sudionici su pozvani da prikazane rezultate objave u posebnom broju časopisa *European Journal of Entomology*.

Uz znanstveni dio organiziran je posjet poljskim državnim šumama u Kozienice, gdje su sudionici uz druženje uživali u krajoliku i prirodnim ljepotama sastojina tipičnima za taj dio Poljske. Svečana večera upriličena je u rektoratu sveučilišta domaćina.

Više o 20. ECM-u može se pronaći na <http://www.20ecm.sggw.pl/>.

Ponovno okupljanje karabidologa i posjećenost karabidoloških kongresa proizlazi iz aktualnih istraživanja trčaka u globalno važnim temama, osobito održivu odnosu prema okolišu. Sljedeći susret bit će organiziran u Mađarskoj, 2024. godine, u organizaciji mađarskih karabidologa.

**dr. sc. Lucija Šerić Jelaska**  
**izv. prof. dr. sc. Tomislav Kos**

### **57. hrvatski i 17. međunarodni simpozij agronoma** **„57th Croatian and 17th International Symposium on Agriculture”**

U organizaciji Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu održan je 57. hrvatski i 17. međunarodni simpozij agronoma u Vodicama (Hrvatska) od 19. do 24. lipnja 2022. godine. Na simpoziju su sudjelovali stručnjaci iz različitih područja agronomije, a misao skupa bila je izložiti široj javnosti rezultate najnovijih znanstvenih istraživanja s ciljem implementacije znanstvenih postignuća u poljoprivrednu proizvodnju. Također, cilj simpozija bio je povezati i ostvariti suradnju sveučilišnih znanstvenika, znanstvenih ustanova te stručnjaka iz poljoprivrede, industrije, trgovine i ostalih srodnih djelatnosti s proizvođačima u zajedničkom interesnom području znanosti i poljoprivredne prakse na globalnoj razini. Znanstveni program simpozija obuhvatio je 169 usmenih izlaganja i 164 prikazana postera u deset sekcija: Agroekologija, ekološka poljoprivreda i zaštita okoliša; Agroekonomika i ruralni razvoj; Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo; Povrčarstvo, ukrasno, aromatično i ljekovito bilje; Ratarstvo; Ribarstvo, lovstvo i pčelarstvo; Stočarstvo; Voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo; Poljoprivredna tehnika i Klima i poljoprivreda. Za trajanja simpozija, svoje radove kao autori ili koautori predstavili su i sudionici sa Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Predstavljani su poster i sljedećih naslova:

1. „Ozone as a biofumigant in the control of stored product pests”, autora H. Virić Gašparić, M. Bjeliš, P. Ninčević i D. Lemić
2. „Genetička varijabilnost i struktura populacija krumpirove zlatice u Hrvatskoj”, autora M. Kadoić Balaško, R. Bažok, K. M. Mikac, H. A. Benítez i D. Lemić
3. „Pojava i opstanak šimširova moljca - *Cydalima perspectalis* u različitim prirodnim uvjetima Hrvatske”, autora A. R. Armanda, M. Maretić, D. Lemić, H. Virić Gašparić i M. Bjeliš
4. „Utjecaj agroekoloških uvjeta na varijabilnost i spolni dimorfizam šimširova moljca *Cydalima perspectalis*”, autora D. Lemić, M. Bjeliš, H. Virić Gašparić, I. Pajač Živković i H. A. Benitez

5. „Razvijanje automatiziranog uređaja za praćenje ekonomskih štetnika jabuke“, autora D. Čirjak, I. Miklečić, T. Kos, A. Dabčević, D. Lemić, G. Fruk i I. Pajač Živković
6. „Primjena spektrometrije za vrednovanje biotskih i abiotskih čimbenika stresa u uzgoju ozime pšenice“, autora S. Skendžić, D. Lemić, M. Maričević, V. Lešić, H. Novak, F. Kranjčec i M. Zovko
7. „Osjetljivost proljetnih repičinih pipa na insekticide tijekom 2019. i 2021.“, autora I. Juran, M. Ančić, D. Grubišić, R. Pernar i T. Gotlin Čuljak
8. „Osjetljivost crvenog žitnog balca na insekticide u razdoblju 2018. – 2021.“, autora I. Juran, M. Ančić, D. Grubišić, R. Pernari i T. Gotlin Čuljak.

U stankama između usmenih izlaganja i poster-sekcija svi prisutni mogli su sudjelovati u prezentacijama i kušanju tradicionalnih proizvoda, kao i u zabavnom programu istaknutih dalmatinskih klapa. Također, organiziran je i izlet brodom po šibenskom akvatoriju uz ručak za sve sudionike izleta. Tijekom neformalnih aktivnosti sudionici su imali dodatnu priliku za ostvarivanjem novih poznanstava i suradnja, a brojne interesantne rasprave gotovo svih izlaganja potvrđuju zadovoljstvo prezentiranih radova i širenje vidika agronomske struke.

**Ivana Miklečić, mag. ing. agr.**

### **58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma 58th Croatian & 18th International Symposium on Agriculture**

U Dubrovniku je od 11. do 17. veljače 2023. godine održan 58. hrvatski i 18. međunarodni simpozij agronoma u organizaciji Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku i Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Glavni ciljevi simpozija bili su upoznavanje agronoma i šire javnosti s najnovijim znanstvenim istraživanjima domaćih i inozemnih stručnjaka te omogućivanje boljeg prijenosa znanstvenih postignuća u području poljoprivredne proizvodnje. Također, naglasak je bio na uspostavi bolje suradnje i razvoja zajedničkog interesa u znanosti i poljoprivrednoj praksi među znanstvenicima sa sveučilišta i znanstvenih ustanova te stručnjacima iz različitih područja, poput poljoprivrede, industrije, trgovine i drugih srodnih djelatnosti. Na Simpoziju je sudjelovalo više od 500 sudionika iz različitih zemalja, s ukupno 329 radova, a program Simpozija bio je podijeljen u sljedeće sekcije: Agroekologija, ekološka poljoprivreda i zaštita okoliša; Agroekonomika i ruralni razvoj; Genetika, oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo; Očuvanje bioraznolikosti; Biljna proizvodnja (Povrčarstvo, ukrasno, aromatično i ljekovito bilje; Vinogradarstvo, vinarstvo i voćarstvo; Ratarstvo); Ribarstvo, lovstvo i pčelarstvo; Animalne znanosti; Hrana i kvaliteta hrane; Precizna

.....

poljoprivreda i održiva proizvodnja i Fitomedicina. Svoje radove, kao autori ili koautori, predstavili su i sudionici sa Zavoda za poljoprivrednu zoologiju Agronomskog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu. Predstavljeni su poster i sljedećih tema:

1. „Influence of the plant host on the variability of the invasive Mediterranean fruit fly”, autora Ninčević, P.; Pajač Živković, I.; Bjeliš, M.; Virić Gašparić, H.; Lemić, D.
2. „Identification of firefly species in Croatia and their morphological characteristics”, autora Lemić, D.; Virić Gašparić, H.; Pajač Živković, I., DeCock, R.; Mikac, K.
3. „Development of an automatic monitoring system for pear leaf blister moth and its damage using artificial neural networks”, autora Čirjak, D.; Aleksi, I.; Miklečić, I.; Lemić, D.; Kos, T.; Antolković, A.; Vrtodušić, R.; Viduka, A.; Pajač Živković, I.
4. „First record of *Penthaleus major* (Acari: Penthaleidae) in the Republic of Croatia”, autora Grubišić, D.; Čačija, M.; Smolko, A.; Kartelo, I.; Juran I.
5. „Preliminary results of sweet potato whitefly feeding behaviour on tomato plants using electrical penetration graph”, autora Kadoić Balaško, M.; Senji, S.; Konjević, A.; Bažok, R.
6. „The effect of essential oils on mortality of Colorado Potato Beetle (*Leptinotarsa decemlineata* (Say, 1824))”, autora Juran, I.; Kostelac, M.; Čačija, M.; Grubišić, D.; Gotlin Čuljak, T.
7. „Toxic effect of some essential oils on storage pest *Tenebrio molitor* L.”, autora Čačija, M.; Sliško, M.; Ostojić, S.; Kadoić Balaško, M.; Drmić, Z.; Juran I.

Uz znanstveni dio organizirana je i stručna ekskurzija kojoj su se mogli odazvati svi sudionici simpozija, a tijekom neformalnih aktivnosti imali su dodatnu priliku za ostvarivanje novih poznanstava i suradnja. Brojne zanimljive rasprave potvrđuju zadovoljstvo prezentiranim radovima i širenje vidika agronomске struke tijekom ovog simpozija.

Ivana Miklečić, mag. ing. agr.

### **1st International Symposium on Digital Technologies in Agriculture (ISDTA 2022) i 1st Satellite Workshop Digital Agriculture in Rural Area (DIGITAGRA 2022)**

Prvi međunarodni simpozij o digitalnim tehnologijama u poljoprivredi (1st International Symposium on Digital Technologies in Agriculture, ISDTA 2022) i 1. satelitska radionica "Digitalna poljoprivreda u ruralnim područjima" (Digital Agriculture in Rural Area, DIGITAGRA 2022) održani su na Fakultetu

agrobiotehničkih znanosti u Osijeku od 6. do 8. prosinca 2022. godine. Radovi prezentirani na ISDTA 2022 i DIGITAGRA 2022 bili su iznimno kvalitetni i potaknuli su zanimljive rasprave među sudionicima. Prezentirani su radovi iz nekoliko sekcija koje su obuhvatile sljedeće teme:

- Data collection (Prikupljanje podataka)
- Precision crop production (Precizna proizvodnja usjeva)
- Decision support systems and models in digital agriculture (Sustavi potpore odlučivanju i modeli u digitalnoj poljoprivredi)
- Digital technologies in agriculture (Digitalne tehnologije u poljoprivredi)
- Digital agro-economic and marketing (Digitalna agroekonomika i marketing)
- Agronomist education in digital agriculture (Obrazovanje agronoma u digitalnoj poljoprivredi).

Na konferenciji je predstavljen poster pod nazivom "Detection and evaluation of environmental stress in winter wheat using proximal sensing methods" autora S. Skendžić, M. Zovko, M. Maričević, I. Pajač Živković, V. Lešić i D. Lemić s Agronomskog fakulteta i Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu te tvrtke Bc Institut. Poster je prikazao rezultate istraživanja provedenoga u sklopu znanstvenog projekta "Napredna i prediktivna poljoprivreda za otpornost klimatskim promjenama, AgroSPARC". Također je predstavljen poster "The use of artificial neural networks as a tool for detection of lepidopteran apple pests" grupe autora D. Čirjak, I. Aleksi, I. Miklečić, D. Lemić, T. Kos, I. Pajač Živković sa Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta, Sveučilišta u Zadru i Fakulteta elektrotehnike, računarstva i informacijskih tehnologija u Osijeku. Taj poster predstavio je rezultate istraživanja znanstvenog projekta "AgriART sveobuhvatni upravljački sustav u području precizne poljoprivrede".

Konferencija je privukla stručnjake iz akademske zajednice, industrije, javnih institucija i poljoprivrednika te potaknula suradnju i raspravu o najnovijim dostignućima, trendovima i izazovima u primjeni digitalnih tehnologija u poljoprivredi. Sudionici su imali priliku predstaviti svoje istraživačke radove, primjere dobre prakse i inovativna rješenja koja su pridonijela poboljšanju poljoprivredne produktivnosti, održivosti i efikasnosti. Ova međunarodna manifestacija bila je važan korak u promoviranju digitalnih tehnologija u poljoprivredi te je omogućila razmjenu znanja, iskustava i ideja među stručnjacima iz različitih sektora.

**Sandra Skendžić, mag. ing. agr.**



## 20. ICC KONFERENCIJA

20. ICC konferencija "ICC International Association for Cereal Science and Technology – Future Challenges for Cereal Science and Technology" održana je od 5. do 7. srpnja 2022. godine na University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) u Beču. Konferencija je okupila preko 50 usmenih izlaganja u sklopu šest sekcija koje su obuhvatile sljedeće teme:

- Proizvodnja usjeva i izazovi u poljoprivredi
- Raznolikost žitarica i sigurnost hrane
- Prehrana i zdravlje povezani sa žitaricama
- Prerada i proizvodi od žitarica
- Kvaliteta žitarica, sigurnost i analitički alati
- Tržišni trendovi i zahtjevi potrošača.

Na konferenciji je također predstavljen rad pod nazivom "Detection of insect pest infestation stress in winter wheat using proximal spectroscopic measurements" grupe autora S. Skendžić, M. Zovko, I. Pajač Živković, V. Lešić i D. Lemić s Agronomskog fakulteta i Fakulteta elektrotehnike i računarstva Sveučilišta u Zagrebu. Poster je prikazao rezultate istraživanja provedenoga u sklopu znanstvenog projekta "Napredna i prediktivna poljoprivreda za otpornost klimatskim promjenama, AgroSPARC".

Konferencija je pružila izvrsnu priliku za razmjenu ideja, jačanje postojećih akademskih mreža i stvaranje novih, te potaknula suradnju i raspravu među akademskom zajednicom, javnim institucijama i privatnim sektorom o najnovijim regionalnim i globalnim problemima i trendovima u području proizvodnje, prerade i kvalitete žitarica.

**Sandra Skendžić, mag. ing. agr.**

## 19. SIMPOZIJ EUROPSKOG DRUŠTVA ZA PROUČAVANJE I SUZBIJANJE KOROVA (EWRS)

U Grčkoj (Atena) održan je od 20. do 23. lipnja 2022. "19<sup>th</sup> European Weed Research Society Symposium: **Lighting the Future of Weed Science**". Sadržaj Simpozija bio je podijeljen u deset sekcija koje su pokrivale zanimljive teme iz područja biologije i suzbijanja korova (tablica 1). Na Simpoziju su održana i tri pozvana predavanja koja su obuhvatila aktualnu problematiku: europske legislative o sigurnosti hrane, razvoju rezistentnosti korovnih vrsta kao globalnom izazovu u suzbijanju korova te statusu novoosnovanog Međunarodnog konzorcija za genomiku korova (The International Weed Genomics Consortium - IWGC). Osim znanstvenih predavanja, u sekciji nazvanoj Industrija, održana su četiri predavanja stručnjaka iz područja industrije.

**Tablica 1.** Popis sekcija s brojem usmenih i poster-izlaganja po sekciji

Naziv sekcije	Usmena izlaganja	Poster-izlaganja
Nekemijsko suzbijanje korova	12	18
Poljoprivredni, ekonomski i društveni aspekti suzbijanja korova	6	10
Interakcija korova i usjeva	6	7
Precizno suzbijanje korova	11	6
Genomika korova i populacijska genetika	6	1
Herbicidi i tehnologija primjene herbicida	9	12
Ekologija korova	15	14
Integrirano suzbijanje korova	12	7
Rezistentnost korova na herbicide	3	11
Biologija i fiziologija korova	6	12

Na simpoziju su ukupno izložena 184 rada, od kojih je 86 usmeno izloženo, a 98 u obliku postera. Sekcije Nekemijsko suzbijanje korova i Ekologija korova ukupno su imale najviše radova. Ovaj podatak jasno pokazuje smjer znanosti o proučavanju korova u Europi. Naime, u skladu s europskom Direktivom o održivoj upotrebi pesticida i Europskom Zelenom planu, težnja za nekemijskim suzbijanjem korova, kao i poznavanjem ekologije korova, postala je imperativ u pronalaženju zelenih rješenja u suzbijanju korova. U sekciji Biologija i fiziologija korova (poster-izlaganje) djelatnici Zavoda za herbologiju prezentirali su rad pod naslovom: **Šoštarčić, V.**; Masin, R.; Loddo, D.; Svečnjak, Z.; Rubinić, V.; **Šćepanović, M.**: "Validation of hydrothermal model AlertInf for barnyardgrass emergence in Croatia maize crop"

Stručna ekskurzija organizirana u sklopu Simpozija obuhvaćala je posjet vinariji Papagiannakos staroj više od stotinu godina. Osim specifičnosti uzgoja vinove loze, herbolozi je bilo najzanimljivije vidjeti uživo invazivnu vrstu

*Solanum elaeagnifolium* Cav. (srebrnolisna pomoćnica). Taj višegodišnji korov invazivan je u Europi, a budući da se posljednjih godina proširio u Grčkoj, može se očekivati njegova pojava i u mediteranskoj Hrvatskoj.



Slika 1. Višegodišnja korovna vrsta *Solanum elaeagnifolium* (snimila: Šoštarčić, V.)

dr. sc. Valentina Šoštarčić

#### 4. MEĐUNARODNA KONFERENCIJA O AMBROZIJI (4<sup>th</sup> INTERNATIONAL RAGWEED SOCIETY CONFERENCE)

U organizaciji međunarodnog društva za proučavanje ambrozije održana je u Mađarskoj (Budimpešta) od 8. do 9. rujna 2022. konferencija pod nazivom: **“RAGWEED: A SUCCESS STORY – Tackling Ragweed: a multidisciplinary and international approach”**. Tijekom dva dana stručnjaci iz područja agronomije, aerobiologije i medicine prezentirali su svoje radove i nove spoznaje o ambroziji. Konferencija je podijeljena u sedam sekcija:

1. Rasprostranjenost vrsta iz roda *Ambrosia*
2. Poljoprivredni utjecaj; Ekonomski troškovi
3. Vlasti i institucije: lokalne, regionalne, nacionalne, europske, međunarodne
4. Aerobiologija: širenje, širenje peluda, transport peluda, praćenje

(klasično i u stvarnom vremenu), predviđanje

5. Mjere suzbijanja ambrozije (kemijske, fizikalne, biološke, kulturne, integrirane itd.)
6. Ambrozija i klimatske promjene
7. Zdravstveni aspekti (alergeni, utjecaj, dijagnoza, terapija itd.)

Ukupno je predstavljeno 36 radova od kojih je 27 usmeno izloženo, a devet u obliku postera. Osim navedenih sekcija, na konferenciji su održana i tri pozvana predavanja. Najveći broj radova usmeno je prezentiran u sekciji Mjere suzbijanja korova (8) čime se ističe važnost agronomske struke, posebno Zaštite bilja u rješavanju problema pojave i širenja ambrozije. U sekciji Mjere suzbijanja djelatnici Zavoda za herbologiju prezentirali su rad koji je nastao u suradnji s kolegama sa Sveučilišta u Padovi:

Nikolić, N.; Šoštarčić, V.; Šćepanović, M.; Masin, R. "Estimation of germination parameters of four European ecotypes of *Ambrosia artemisiifolia*: contribution to the predictive emergence model".

Konferencija je završena posjetom botaničkom vrtu Botanical Garden of the Eötvös Loránd University (ELTE), prvom mađarskom botaničkom vrtu, osnovanom 1771. godine.



**Slika 1.** Posjet botaničkom vrtu Botanical Garden of the Eötvös Loránd University (ELTE)

(izvor: Müller-Schärer, H. )

**dr. sc. Valentina Šoštarčić**

## 28th International Working Group of Ostrinia and other maize pests (IWGO)

28. međunarodna radna skupina za ostriniju i druge štetnike kukuruza (IWGO) održala se u kongresnom centru Kenya Plant Health Inspectorate Service (KEPHIS) u gradu Nairobi, u Keniji, od 2. do 4. svibnja 2023. Konferenciju su organizirale Međunarodna organizacija biološke kontrole (IOBC) kao matična organizacija IWGO-a, zajedno s KEPHIS-om.

Znanstveni program bio je usredotočen na jesensku sovicu (*Spodoptera frugiperda*, Smith) i mogućnosti kontrole toga štetnika kukuruza. Također su obuhvaćene druge teme u vezi s različitim štetnicima kukuruza, uključujući uspjehe i izazove nekemijskih metoda kontrole, ponašanje, ekologiju i genomiku kukaca u agroekosustavima kukuruza. Konferencija je obuhvatila ukupno 53 usmena izlaganja i 13 poster-prezentacija raspoređenih u devet tematskih sekcija: Challenges and opportunities for IPM/IRM in a scenario of biological invasions of polyphagous lepidopteran pests, Genomics in current and future maize pest research, Challenges, successes & new approaches in soil pest management, Maize lepidopteran pests and mycotoxins, New developments in the biological control of fall armyworm, Host plant resistance to achieve more effective and sustainable control of fall armyworm, Integrated pest management approaches and solutions for fall armyworm i Free themes.

Na konferenciji su sudjelovale i djelatnice Zavoda za poljoprivrednu zoologiju, Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta s usmenim izlaganjem "*Pesticide residues and ground beetle communities in intensive maize production*". Predstavila ga je dr. sc. Helena Virić Gašparić u koautorstvu s prof. dr. sc. Renatom Bažok i izv. prof. dr. sc. Darijom Lemić te Bastianom Gödelom s Institut national de recherche pour l'agriculture, l'alimentation et l'environnement (INRAE), Paris, France.

Sudionici konferencije posjetili su i Nairobijski nacionalni park, "svjetsku prijestolnicu divljih životinja", koji se prostire na više od 117 četvornih kilometara. Osigurani su im safarijski Land cruiser-i i stručni čuvari parka koji su ispričali živopisne priče. Park je dom četiriju od pet "velikih petorki" – lavova, nosoroga, bivola i leoparda, kao i više od 100 drugih vrsta životinja te preko 400 migratornih i endemičnih vrsta ptica. Uz stručnog vodiča iz plemena Maasai organiziran je i posjet nacionalnom parku Vrata pakla (Hells Gate), koji je jedna od najatraktivnijih turističkih destinacija svijeta, s misterioznim prolazima koji vode i do središta grada Naivasha.

Konferencija je okupila raznoliku skupinu stručnjaka, istraživača i profesionalaca posvećenih suočavanju s izazovima koje štetnici čine u uzgoju kukuruza. Održana u živopisnom okruženju Nairobija, konferencija je uronila sudionike u bogato kulturno nasljeđe Kenije, a pažljivo sastavljen program konferencije obuhvatio je istraživanja najnovijih dostignuća i rasprave koje su

produbile naše razumijevanje strategija upravljanja štetnicima kukuruza.



Sudionici 28th International Working Group of *Ostrinia* and other maize pests (IWGO)  
(Izvor: Kuhlmann, H.)

**dr. sc. Helena Virić Gašparić**

### **RADIONICA EUROPSKOG DRUŠTVA ZA PROUČAVANJE I SUZBIJANJE KOROVA (EWRS): *Integrated Weed Management (IWM) Systems in the agroecology context - new challenges***

U Nacionalnom institutu poljoprivredne botanike (NIAB), Cambridge, UK, od 24. Do 26. svibnja 2023. održana je radionica European Weed Research Society na temu „Integrated Weed Management (IWM) Systems in the agroecology context - new challenges“. Sadržaj radionice bio je podijeljen u šest sekcija koje su pokrivale široko područje tematike integralnog suzbijanja korova. Radionicu su otvorila dva pozivna predavanja s fokusom na ulogu poznavanja biologije korova u integralnom suzbijanju korova i održivoj primjeni herbicida te njihovu optimizaciju korištenjem prediktivnih modela za predviđanje rezistentnosti na herbicide. U tri dana prezentirani su radovi i europski projekti u tijeku na temu sustava u integralnom suzbijanju korova, agroekološkog pristupa u integralnom suzbijanju korova, uloge digitalizacije, robotike i mehanizacije u sustavima suzbijanja, alternative metode suzbijanja određenih vrsta korova, te preciznoga suzbijanja korova. Ukupno je predstavljeno 25 radova usmenom prezentacijom, a pet u obliku postera. Teme radova pokrivale su široko područje integralnog suzbijanja korova, zbog čega su prezentirani različiti pristupi rješavanja problema, a radionica je obilježena konstruktivnim diskusijama. Radionici je prisustvovala predsjednica Zavoda za herbologiju, izv.

prof. dr. sc. Maja Šćepanović, ujedno mentorica doktorandici Lauri Pismarović, koja je izložila rad iz buduće doktorske disertacije pod naslovom "Can phenolic acids contribute to herbicide reduction in *Ambrosia artemisiifolia* L. control?". Prije samoga kraja radionice, sudionici su posjetili NIAB-ovo pokušalište te vidjeli pokuse u tijeku i demonstracije mehaničkog suzbijanja korova te suzbijanja strujom. Dan je završio svečanom večerom u dvorani Trinity Collegea u Cambridgeu.

**Laura Pismarović, mag. ing. agr.**

OSTALO

**Renata BAŽOK**

*Sveučilište u Zagrebu, Agronomski fakultet, Zavod za poljoprivrednu zoologiju  
rbazok@agr.hr*

**PREMA POLJOPRIVREDI BEZ PESTICIDA**

Od 23. do 26. svibnja 2023. na Swedish University of Agricultural Sciences (SLU) održan je niz događanja u vezi s tranzicijom poljoprivrede u Europskoj uniji prema poljoprivredi bez pesticida.

Prvi je dan održan godišnji sastanak Europske istraživačke aliance: Prema poljoprivredi bez kemijskih pesticida (European Research Alliance: Towards Chemical Pesticide Free Agriculture – ERA Pesticide Free). ERA Pesticide Free osnovana je u jesen 2019. na poticaj INRAE i njemačkih partnera iz Leibniz Centre for Agricultural Landscape Research (ZALF) i Juhlius Kuhn Instituta (JKI) zbog iniciranja dijaloga među europskim istraživačima i dionicima u svrhu postavljanja zajedničke istraživačke strategije. Cilj ERA-e je ambiciozan: definirati novu transdisciplinarnu strategiju istraživanja s više dionika koja će omogućiti da se ponude rješenja za prijelaz na poljoprivredu bez kemijskih pesticida diljem kontinenta. Broj članova ERA-e narastao je s 24 europska istraživačka instituta i sveučilišta, koji su potpisali izjavu o namjeri dijeljenja ove hrabre vizije, na 34 institucije iz 20 zemalja EU-a koje su danas članovi ERA-e. Radi se o zajednici od 2000 i više istraživača koji sudjeluju u oko 1500 znanstvenih projekata i dosada su objavili više od 100 000 znanstvenih radova iz područja poljoprivrede i biljnih znanosti. Jedan od prvih potpisnika bio je Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu koji se tako našao uz bok vodećim institutima i sveučilištima iz Europe (<https://www.era-pesticidefree.eu/>).

Svrha je ERA-e pomoći u razvoju održivog europskog poljoprivredno-prehrambenog sustava bez kemijskih pesticida. Da bi to postigli, partneri će raditi zajedno s drugim relevantnim akterima na razvoju transdisciplinarnog programa istraživanja i inovacija, koji je usklađen s prioritetima "Europskog

zelenog plana" za osiguranje ekološki prihvatljive, održive, poštene, pravedne i konkurentne poljoprivrede i proizvodnje hrane uspostavom cijelog lanca vrijednosti. Članovi ERA-e uspostaviti će i promicati određivanje prioriteta istraživačkih potreba i razmjene znanja, od temeljnih do primijenjenih istraživanja, te stvarati podlogu za olakšavanje rasprava unutar Europske unije i cjelokupnog poljoprivrednog sektora za uspostavu visokoučinkovitih, opipljivih istraživačkih i inovacijskih projekata na ovu temu. Poticanjem međusobne suradnje i na razini EU-a utjecat će na razvoj planova i prijedloga za buduće istraživačke programe i za podršku politikama, tako da će poboljšati održivost i konkurentnost sektora, posebno u pogledu integriranih sustava upravljanja. Partneri će tako podići svijest o važnosti problema i potrebi za snažnom promjenom paradigme istraživanja i inovacija uz podršku namjenskog financiranja. Na sastanku, kojemu je nazočilo 25 sudionika, u članstvo ERA-e primljene su dvije nove institucije: The Research Institute of Organic Agriculture (Istraživački institut za ekološku poljoprivredu) (FiBL) i ELGO – DIMITRA, najveći znanstveni institut iz područja poljoprivrede u Grčkoj. Osim kratka pregleda aktivnosti koje je ERA poduzimala tijekom protekle godine predstavljen je projektni prijedlog prijavljen na natječaj HORIZON EUROPE, kao i neki prijedlozi koje će članice ERA-e zajednički pripremati u skoroj budućnosti. Predstavljeno je i novo partnerstvo naziva Agroecology and Living Labs u sklopu kojega će se u okviru proračuna od 500 milijuna dolara objavljivati vrlo kompetitivni natječaji za buduće projekte. U sklopu dvije intenzivne grupne rasprave sudionici su raspravili i usuglasili svoje stavove o smjernicama za budući rad i aktivnosti ERA-e. Također, razmijenjene su ideje kako osnažiti istraživanje i inovacije, a osnovni je naglasak na budućim projektnim aktivnostima i širenju utjecaja na odgovarajuće strukture na nacionalnoj razini i na razini EU-a.

Sljedeći godišnji sastanak ERA-e bit će održan 22. svibnja 2024. u Zagrebu.

Drugi dan održana je konferencija „Budućnost zaštite bilja u poljoprivredi“. Konferencija je održana povodom švedskog predsjedanja EU-om radi razgovora o mogućim strategijama za zaštitu usjeva s minimalnom uporabom kemijskih pesticida da bi proizvodnja usjeva bila robusnija, resursno učinkovitija i ekološki prihvatljivija. Fokus konferencije bio je na nedavnim postignućima, budućim rješenjima i mogućnostima za napredak. Presentacije i rasprave odnosile su se na trenutačni razvoj politike o kojoj se vodi intenzivna rasprava u Europskoj uniji i njezinim državama članicama, a koja se odnosi na mogućnosti zaštite usjeva i uporabu pesticida (<https://www.slu.se/en/ew-calendar/2023/5/crop-protection-futures-in-agriculture-en/>). Konferencija je počela s 14 kratkih izlaganja u kojima su predstavljene različite mogućnosti i vizije kako smanjiti uporabu pesticida i transformirati uzgojne sustave.

Ostatak dana bio je podijeljen u tri dijela. Predstavljena su neka novija znanstvena dostignuća i izazovi u vezi s tehnološkim napretkom u suzbijanju



korova i bolesti, diversifikaciji usjeva te rezultatima aktivnosti projekta COST kojemu je bio cilj analizirati postojeće mogućnosti, nedostatke i potrebe za istraživanjima povezanim s alternativnim mogućnostima suzbijanja štetnih organizama u proizvodnji strnih žitarica i vinove loze.

Studiju predviđanja "European Pesticide-Free Agriculture in 2050" provela je INRAE u sklopu istraživačkog programa "Growing and protecting crops differently" (PPR-CPA) koji je financirala Republika Francuska, a predstavljena je u drugom dijelu konferencije. Studija predviđa tri moguća scenarija koja bi mogla omogućiti prelazak na poljoprivredu bez pesticida. Prvi scenarij uključuje razvoj globalnog i europskog prehrambenog lanca zasnovanoga na digitalnim tehnologijama i otpornosti biljaka, drugi scenarij predviđa razvoj prehrambenog lanca EU-a zasnovanoga na biljnom holobiontu, mikrobiomu tla i hrane za zdravu prehranu, a treći scenarij predviđa kompleksan i diverzificiran okoliš i regionalne lance prehrane za tzv. „One Health” sustav zdrave prehrane pojedinaca u sustavu prehrane EU-a. Na temelju provedena istraživanja zaključeno je da bi sva tri scenarija pridonijela poboljšanju ravnoteže stakleničkih plinova, bioraznolikosti i ukupnom zdravlju ekosustava u Europi. Dva od predložena tri scenarija pridonijela bi poboljšanju prehrambenog suvereniteta u Europi, kvaliteti prehrane pojedinaca i ukupnom zdravlju.

Treći dio organiziran je kao panel-rasprava o znanju i dijalogu o znanosti, politici, poljoprivredi i hrani. Sudionici su bili predstavnici istraživačkih organizacija, Europske agencije za sigurnost hrane, član Europskog parlamenta, inovatori u području zaštite bilja te eksperti iz područja održivosti i očuvanja okoliša.

Posljednja dva dana tjedna u Uppsali bila su posvećena sastanku Upravnog odbora COST akcije Towards zero Pesticide AGRiculture: EUROPEAN NETWORK FOR SUSTAINABILITY TOP AGRI Network (Prema poljoprivredi bez pesticida: Europska mreža za održivost). Ova COST akcija okuplja 192 znanstvenika iz više od 30 zemalja sa svrhom organizacije široke istraživačke zajednice radi formiranja vodeće europske mreže visoke i transdisciplinarnе stručnosti, te tako priprema buduću poljoprivredu bez sintetičkih pesticida i pesticida dobivenih iz prirode koji negativno utječu na okoliš i zdravlje ljudi. Projekt je postavio istraživačke ciljeve: (1) izgraditi istraživačke aktivnosti na konkretnu iskustvu krajnjih korisnika u dva strateška poljoprivredna sektora (strne žitarice i vinova loza), pri čemu će sudionici identificirati prepreke i mogućnosti za poljoprivredu bez pesticida; (2) procijeniti mogućnosti za postizanje tranzicije poljoprivrednih i prehrambenih sustava utemeljenih na agroekologiji, u kojima je uporaba pesticida marginalna, a događa se samo nakon što su implementirane sve druge mogućnosti za osiguranje zdravlja usjeva; (3) analizirati moguća tehnička rješenja u različitim znanstvenim područjima povezanim s revolucionarnim inovacijama koje pridonose smanjenju uporabe pesticide ili ga omogućuju; (4) prikupiti i objediniti multidisciplinarno znanje u

području agroekologije koje omogućava promjenu paradigme od kurativne do preventivne zaštite usjeva u poljoprivrednoj proizvodnji; (5) povezivanje istraživača s EIP Agri operativnim grupama čiji je cilj smanjenje pesticida; (6) podići svijest o važnosti problematike i potrebi za intenzivnim istraživanjima i promjeni paradigme inovacija. Ništa manje važni nisu ciljevi projekta koji se odnose na izgradnju kapaciteta sudionika zemalja koje sudjeluju u projektu, znanstvenika koji će svojim aktivnostima pridonijeti ostvarenju rezultata, posebno mladih znanstvenika koji će tijekom projekta moći izgraditi svoju znanstvenu izvrsnost u ovom području.

Na sastanku su prezentirani prvi rezultati koje je ostvarila radna grupa 1 (WG1), a odnose se na prikaz izvješća s 14 radionica organiziranih u 11 zemalja s dionicima u proizvodnji vinove loze (8 radionica), strnih žitarica (4 radionice), povrća (1 radionica) i jagoda (1 radionica) sa svrhom analize postojećih mogućnosti, nedostataka i potrebe za istraživanjima povezanim s alternativnim mogućnostima suzbijanja štetnih organizama u proizvodnji navedenih kultura. U tijeku je organizacija dodatnih radionica. Radna grupa također je započela opsežan pregled relevantne nacionalne i internacionalne literature da bi se što uspješnije identificirale istraživačke potrebe u vezi s transformacijom poljoprivrede EU-a. Završna radionica bit će organizirana u rujnu u Rumunjskoj te će biti pripremljeno završno izvješće koje će služiti kao podloga pri provedbi aktivnosti ostalih radnih grupa. Radna grupa 2 usmjerena je na transformaciju i prijelazne korake prema vrijednosnim lancima bez uporabe pesticida. Aktivnosti te radne grupe počinju webinarom koji se održava 19. lipnja, nakon čega će se u studenom održati znanstveni seminar u Švicarskoj. Aktivnosti radne grupe 3 usmjerene na nove spoznaje u biološkim istraživanjima koje nude nove izgleda u poljoprivredi bez pesticida, otpočele su organizacijom treninga o primjeni bespilotnih letjelica u vinogradima za detekciju štetnika, koje će se održati u drugoj polovici lipnja u Grčkoj. Treningu će prisustvovati 15-ak sudionika odabranih u selekcijskom postupku. Radna grupa 4, koja ima cilj identificirati mogućnosti za redizajniranje uzgojnih sustava za nultu primjenu pesticida, svoje će aktivnosti započeti ujesen. Radna grupa 5 radi na diseminaciji projekta i na podizanju svijesti o mogućnostima i izazovima koje donosi transformacija uzgojnih sustava da bi se postiglo značajno smanjenje uporabe pesticida. Razvijena je web-stranica na kojoj se mogu naći sve novosti o projektu, natječajima, aktivnostima koje se provode i mogućnostima za suradnju (<https://wissen.julius-kuehn.de/public>).

U tijeku su kratke znanstvene misije (2 do 4 tjedna) mladih znanstvenika na istraživačke institucije diljem Europe tijekom kojih će oni provesti istraživanja povezana s temom projekta. Prvih sedam stipendista odobreno je u veljači na temelju prijava u kojima su pokazali da su njihovo usavršavanje i teme koje istražuju važni za ostvarenje ciljeva projekta. Novi natječaj za 15 prijava na mobilnosti koje će se moći realizirati tijekom 2024. godine bit će objavljen u


rujnu. Od početka rujna bit će svaka dva tjedna, srijedom od 14.00 do 15.00 sati, održavani webinar na kojima će sudionici projekta COST iznositi teme u vezi s problematikom projekta, a sudionici će biti informirani o najnovijim dostignućima glede mogućnosti zaštite bilja bez kemijskih pesticida te će imati priliku raspraviti o njihovoj prihvatljivosti s kolegama iz drugih zemalja.

COST akcija predstavlja izvanrednu mogućnost za sve istraživače iz Hrvatske koji su zainteresirani za ovu važnu problematiku.



# POLJOCENTAR

## KRIŽEVCI



sredstva za zaštitu bilja, mineralna i organska gnojiva, sjemenska roba, sadni materijal, stočna hrana, program za vinogradare i voćare, ostale poljoprivredne potrepštine, boje i lakovi, građevinski materijal

**STRUČNI SAVJETI**

**VELIKA ŠIRINA ASORTIMANA**

**BRZA DOSTAVA**

KRIŽEVCI, OBRtničKA 12 - TEL.: 048/ 712-579

KRIŽEVCI, N. TESLE 4 - TEL.: 048/ 711-400

DARUVAR - TEL.: 043/ 335-220

V. DUBRAVA - TEL.: 01/ 2726-466

BJELOVAR - TEL.: 043/ 226-136

ZLATAR - TEL.: 049/ 467-132

VELIKI RAVEN - TEL.: 048/ 853-353

TREMA - TEL.: 048/ 690-010

VRBOVEC - TEL.: 01/ 2791-585

LUDBREG - TEL.: 042/ 819-582

SVETI ĐURĐ - TEL.: 042/ 830-939

SV. P. OREHOVEC - TEL.: 048/ 856-092

VARAŽDIN, MEĐIMURSKA 30 - TEL.: 042/ 330-873

VARAŽDIN, OPTUJSKA 8 - TEL.: 042/ 629-531

IVANSKA - TEL.: 043/ 227-500

LEPAVINA - TEL.: 048/ 661-226

CIRKVENA - TEL.: 048/ 858-059

NOVI MAROF - TEL.: 042/ 611-157

VARAŽDINSKE TOPLICE - TEL.: 042/633-425


SV. IVAN ŽABNO - TEL.: 048/ 601-247


SATNICA ĐAKOVAČKA - TEL.: 031/ 657-022

KOPRIVNICA - TEL.: 048/626-143



tel.:048 712 008 | e-mail: poljocentar@poljocentar.hr | www.poljocentar.hr

 Poljocentar

 poljocentar\_krizevci



# Utrisha<sup>®</sup> N

BIOSTIMULATOR  
OPTIMIZATOR DUŠIKA

## UHVATITE NEDOSTIŽNO

### Iskoristite dušik iz zraka za snažnije usjeve

Nevjerojatna stvar u vezi s biostimulatorom optimizatorom dušika Utrisha<sup>®</sup> N je način na koji osigurava dušik kad god je biljkama potreban. To prirodno poboljšava vitalnost vašeg usjeva tijekom vegetacijske sezone, danas i ubuduće.

### Prigrlite uravnoteženu budućnost

## FUNGICIDI

ARGO®  
ARMETIL 25  
AVI WG®  
BELLIS®  
BELTANOL®  
CABRIO® TOP  
CANTUS®  
CHROMOSUL® 80  
COLLIS®  
CUPRABLAU Z 35 WG  
CYFLAMID® 5 EW  
DELAN® PRO  
DELAN® 700 WDG  
FORUM STAR®  
KASTOR  
OMIX®  
ORTOFIN  
ORVEGO®  
POLYRAM® DF  
REBOOT®  
SAVIAL FORTE  
SCALA  
SERCADIS®  
SIGNUM®  
SMARAGD  
SUGOBY  
SYLLIT 544 SC  
TEBKIN® 250 EW  
VIVANDO®  
ZIRAM® 76 WG

## HERBICIDI

ACCURATE 200 WG  
BARRACUDA  
BASAGRAN® 480  
BISMARK  
DEHERBAN® A  
FUGA DELTA  
HERKULES®  
KOLO® 480 S  
NICOSH  
SARACEN® MAX  
SIRTAKI  
SMERCH  
STARANE™ FORTE  
STOMP® AQUA  
SUNDA  
TRIBE 75 WG

## BIOCIDI

CHROMOREL® P

## LIMACIDI

PUŽOMOR

## AKARICIDI

DEMITAN®  
KANEMITE®SC

## INSEKTICIDI

ALVERDE®  
BATURAD® WP  
BRAI  
KARIS® 10 CS  
LAINCOIL®  
MIMIC®  
ROTOR® SUPER

## GNOJIVA

AMALGEROL® ESSENCE  
BOMBARDIER  
COPPERFOL PRIME  
RHINÖ HIGHTECH  
RHYZO  
XTENDER ROW ULTRA

## OSTALA SREDSTVA

BAGNANTE CIFO  
CHROMOVIT TURBO  
NEXT  
FEROMONSKE ZAMKE



Chromos Agro d.o.o. sa svojim stručnim timom i dugogodišnjim iskustvom, pruža poljoprivrednim proizvođačima nesebičnu pomoć u proizvodnji bogatog i zdravog uroda uz naglašenu brigu za okoliš.

*Vaš najsigurniji izbor*