



UNIVERZA
V LJUBLJANI

BF

Biotehniška
fakulteta

VI. Doktorski dan Bi(o)znanosti?

Zbornik povzetkov

**"Znanost o življenju,
znanje za življenje"**

Šesti doktorski dan Bi(o)znanosti?

Zbornik povzetkov

Book of Abstracts

Ljubljana, 4. junij 2025

Šesti doktorski dan Bi(o)znanosti?

Zbornik povzetkov

Book of Abstracts

Založnik zbornika:

Biotehniška fakulteta

Jamnikarjeva 101

1000 Ljubljana

Uredniki zbornika: Žan Pečnik, Ana Pšeničnik, Klara Kržič, Nik Mahnič

Organizacijski odbor: Vesna Ješe Janežič, Klara Kržič, Nik Mahnič, Ana Pšeničnik, Žan Pečnik, Suzana Perman, Renata Adlešič, Valentina Schmitzer in Programski Svet Bioznanosti

Kraj in datum dogodka: Dvorana Janeza Hribarja, Biotehniška fakulteta, Jamnikarjeva 101, 1000, Ljubljana, 4. junij 2025

Tehnično urejanje zbornika: Žan Pečnik

Zbornik recenziranih prispevkov (Recenzirali člani organizacijskega odbora).

Število strani: 92

Naklada: Elektronska publikacija

Publikacija je dostopna na povezavi:

<https://repozitorij.uni-lj.si/IzpisGradiva.php?id=169529>

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

COBISS.SI-ID [237992451](#)

ISBN 978-961-6379-93-9 (PDF)

PROGRAM SREČANJA

16:30 – 17:00	Uvodni pozdrav in nagovor(i)
17:00 – 17:45	Predavanje prof. dr. Boruta Škodlarja: Premagovanje stresa na poti do doktorata
17:45 – 18:45	Odmor za kavo in poster sekcija: predstavitev ter ogled študentskih posterjev v avli dekanata, glasovanje za najboljše tri posterje
18:45 – 19:45	Predavanje Boška Praštalo: Mreženje kot skriti steber osebnega in profesionalnega uspeha
19:45 – 20:00	Razglasitev najboljših posterjev, zaključek dogodka, glasbena točka
20:00	Pogostitev in neformalno druženje v avli

Aktivno sodelovanje študentov

Študentke in študenti doktorskih programov so vabljeni k aktivnemu sodelovanju s predstavitvijo svojih raziskovalnih projektov v okviru poster sekcije.

Letošnji dogodek prinaša dve navdihujoči predavanji:

Premagovanje stresa na poti do doktorata – **predavanje prof. dr. Boruta Škodlarja**

Doktorski študij ni le znanstvena, temveč tudi osebna preizkušnja. Dolgotrajni pritiski, pričakovanja okolice in lastna visoka merila pogosto vodijo v stres, tesnobo in izčrpanost. **Prof. dr. Borut Škodlar** (Borut Škodlar, dr. med., je psihiater in psihoterapevt, vodja enote za psihoterapijo Univerzitetne psihiatrične klinike Ljubljana in profesor psihiatrije na Medicinski fakulteti Univerze v Ljubljani) bo na predavanju osvetlil notranje mehanizme stresa in pokazal, kako lahko vsak posameznik z razvojem meta-kognitivnega zavedanja prepozna sprožilce stresa ter se nauči učinkovitih strategij za zmanjševanje napetosti, utrujenosti in nespečnosti. Predavanje bo ponujalo konkretne napotke za ohranjanje notranjega miru in stabilnosti na zahtevni poti doktorskega študija.

Mreženje kot skriti steber osebnega in profesionalnega uspeha – **predavanje Boška Praštalo**

Znanje in vztrajnost nista dovolj – brez mreže ljudi, ki vas podpira, svetuje in odpira priložnosti, je pot do uspeha veliko težja. **Boško Praštalo** (strokovnjak za poslovno mreženje) bo v predavanju izpostavil, kako ključno vlogo ima zavestno in strateško graditi odnose že tekom študija in raziskovalnega dela. Pojasnil bo, zakaj je mreženje več kot le spoznavanje novih ljudi, ter kako premagati notranje ovire in ustvariti podporno okolje za osebni in profesionalni razvoj.

KAZALO PRISPEVKOV

AGRONOMIJA

Litična aktivnost bakteriofagov – kaj vse nam lahko razkrije?	7
Dejavniki insekticidnega delovanja prahov invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na izbrane skladiščne hrošče	9
Prostorska razporeditev ogorčic vrste <i>Xiphinema index</i> v vinogradu	12
Antagonistične glive – prihodnost biotičnega varstva rastlin?	15
Analiza agroklimatskih kazalnikov in podnebne projekcije za 21. stoletje: vpliv podnebja na pridelavo koruze (<i>Zea Mays</i>)	17

BIOINFORMATIKA

Napoved mikrobne odpornosti antibiotika doksiciklina pri bakterijah <i>Campylobacter jejuni</i> na osnovi genoma	20
--	----

BIOLOGIJA

Studies on the molecular interplay between p97 and three of its protein adaptors in the DNA-protein crosslink repair	23
Gojenje mikroalg vrste <i>Chlorella vulgaris</i> v odpadni vodi za pridobivanje biomase z bioaktivnim delovanjem	25
Plastic Trojan Horses: Microplastics as Vectors for Tributyltin in <i>Mytilus galloprovincialis</i>	28
Raznolikost in razširjenost strig družine Lithobiidae (Chilopoda: Lithobiomorpha) v jamah Dinarskega krasa	30
Exposure of sunflowers to microplastics from single-use plastic bags triggers soil changes and drought-like responses	32

BIOTEHNOLOGIJA

Genetska analiza slovenskih lokalnih genotipov jablane (<i>Malus x domestica</i> Borkh.)	34
Development of a 3D Bioprinted Ovarian Cancer Model for Drug Testing	37
Asociacijska študija celotnega genoma hmelja (<i>Humulus lupulus</i> L.) za odpornost proti glivi <i>Verticillium nonalfalfae</i>	38
Kondenzirani tanini v semenih tatarske ajde in izbranih poljščinah	40

EKONOMIKA NARAVNIH VIROV

Knowledge Management in Agriculture: A Scoping Review	42
Poznavanje in odnos do herpetofavne v kmetijski krajini	44
Spremembe javnopolitičnih ukrepov v luči poslovnega organiziranja zasebnih lastnikov gozdov v Sloveniji	47

HORTIKULTURA

Lastnosti organo-mineralnih rastnih substratov in njihovih komponent na rast ameriških borovnic	50
---	----

Kaj se po obiranju dogaja v plodu oljke?	52
Development of a method to measure ethylene release in the early stages of apple fruitlet development	54
KRAJINSKA ARHITEKTURA	
Dejavniki oblikovanja zgradbe intenzivnih kmetijskih krajin v Sloveniji ter smeri njihovega spreminjanja	57
LES IN BOKOMPOZITI	
Vpliv plazemske obdelave površine lesa na lepljenje bukovine s poliuretanskim lepilom	60
Modeliranje zdržljivosti termično modificiranega lesa smreke z uporabo nevronske mreže	63
Discrimination of Slovenian wood species using hyperspectral imaging in the near-infrared spectrum	66
MIKROBIOLOGIJA	
Near-neutral Deep Eutectic Solvents for Lignin Solubilization and Their Applicability in Fungal Biocatalytic Systems	70
Phage-Encoded Bacteriocins: Decoding the Paradox of Host-Targeted Lethality	73
UPRAVLJANJE GOZDNIH EKOSISTEMOV	
Obremenitve z ropotom pri strojni sečnji s pomožnim traksijskim vitlom	75
VARSTVO NARAVNE DEDIŠČINE	
200 let tihe preobrazbe gorske kulturne krajine: Analiza sprememb rabe tal na izbranih območjih planin, gorskih kmetij in senožeti v Triglavskem narodnem parku	77
ZNANOST O CELICI	
Deformabilnostna citometrija kot orodje za analizo vpliva parenteralnih lipidnih emulzij na celice Jurkat	80
Pogled v oblikovanje površinskih skeletnih struktur kopenskih rakov z elektronsko in konfokalno mikroskopijo	82
ZNANOST O ŽIVALIH	
The role of the <i>MAN1A1</i> gene in nitrogen efficiency and pollution related traits in Brown Swiss dairy cows	84
Zgodnje odkrivanje vnetnega stanja v vimenu in napoved števila somatskih celic v mleku z uporabo električne prevodnosti pri robotski molži	87
ŽIVILSTVO	
Cool is safe and safe is cool: A questionnaire study of Slovenian consumers' food safety through temperature management	90

Litična aktivnost bakteriofagov – kaj vse nam lahko razkrije?

Aljoša Beber^{1,*}, Janja Lamovšek¹, Irena Mavrič Pleško¹

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za varstvo rastlin, Ljubljana, Slovenija

* aljosa.beber@kis.si

Uvod

Črna žilavka kapusnic, ki jo povzroča bakterija *Xanthomonas campestris* pv. *campestris* (Xcc), predstavlja eno najpomembnejših bolezni v pridelavi zelja in ostalih kapusnic, kot so ohrovt, cvetača in brokoli. Situacija v Sloveniji in Evropi se zadnja leta poslabšuje zaradi vpliva klimatskih sprememb, saj bakteriji odgovarjajo višje temperature in povišana zračna vlaga. Zaradi omejenih možnosti varstva in naraščajoče razširjenosti bolezni v Sloveniji, je postalo iskanje alternativnih, okolju prijaznih pristopov za njeno obvladovanje še toliko pomembnejše. Bakteriofagi (fagi) so virusi, ki okužujejo bakterije. Zaradi svojih edinstvenih lastnosti veljajo za obetavno sredstvo v biotičnem varstvu rastlin, a je njihova uporaba v kmetijski praksi trenutno še vedno precej omejena. Pomemben vidik karakterizacije fagov je njihova litična aktivnost, ki ponuja vpogled v hitrost uničenja bakterijskih celic in dolžino obdobja, v katerem bakteriofag zavira ponovno rast bakterije. Na podlagi parametrov litične aktivnosti lahko posamezne bakteriofage primerjamo med seboj, obenem pa ocenimo njihov potencial za uporabo v biotičnem varstvu rastlin. V prispevku med seboj primerjamo pet bakteriofagov, izoliranih iz zemlje ali rastlinskega materiala okuženega z Xcc.

Material in metode

Pri izolaciji in čiščenju bakteriofagov smo sledili protokolu, kot ga opisujejo Gašić idr. (2011), z določenimi prilagoditvami. Fage smo izolirali bodisi iz zemlje iz območja korenin kapusnic z značilnimi znaki okužbe s črno žilavko, bodisi iz okuženega rastlinskega materiala. Vzorce smo dodali v tekoče gojišče, obogateno z avtohtonim slovenskim sevom bakterije Xcc ter CaCO₃ in jih inkubirali 24 ur pri 28 °C. Po odstranitvi večjih delcev in bakterijskih celic smo prisotnost fagov preverili z metodo spot assay. Čiščenje smo izvedli tako, da smo fage iz posamezne čistine prenesli v sterilno dH₂O. Postopek smo ponovili trikrat, s čemer smo pridobili raztopino bakteriofagov istega tipa. Litično aktivnost smo testirali na petih bakteriofagih iz različnih lokacij in materiala. Določili smo jo s spremljanjem optične gostote po dodatku bakteriofaga k sevu CZ06/20-1 v eksponentni fazi rasti (OD₆₀₀ = 0,3) pri različnih vrednostih optične gostote (MOI; 0,01; 0,1; 1). Nadaljnjo dinamiko rasti bakterije smo

spremljali v obdobju 60 ur. Na podlagi meritev optične gostote smo določili čas pojava in trajanja inhibicije bakterijske rasti, najnižjo vrednost optične gostote in hitrost lize bakterijskih celic v začetni fazi.

Rezultati in razprava

Z izolacijo in čiščenjem smo pridobili več bakteriofagov, ki so sposobni okužiti bakterijo Xcc. Bakteriofag M6φ1 je bil izoliran iz okuženega rastlinskega materiala, medtem ko so bili ostali fagi (M1φ1, M17φ1, M23φ1 in M38φ1) pridobljeni iz zemlje. Vsi očiščeni fagi izvirajo iz območja Osrednje Slovenije, razen M17φ1, ki je bil vzorčen na severovzhodu države. Pri izolaciji faga M38φ1 smo uporabili sev CZ09/20-2, pri vseh ostalih pa sev CZ06/20-1. Oba seva sta bila izolirana iz okuženih rastlin zelja. Za najbolj učinkovitega se je izkazal fag M1φ1, ki je najnižjo vrednost optične gostote (MOI 1) dosegel po 440 minutah. Pri isti MOI je najmanj učinkovit fag M17φ1 dosegel najnižjo vrednost šele po 1320 minutah. To se sklada tudi z vrednostjo naklona, ki potrjuje, da M17φ1 povzroča najpočasnejšo lizo bakterijskih celic. Primerjava učinkovitosti faga pri različnih MOI-jih kaže, da višja koncentracija faga ne vodi nujno do hitrejše lize bakterijskih celic v začetni fazi. Značilno pa je, da se z nižanjem koncentracije podaljša obdobje, v katerem fag doseže največji učinek (najnižja vrednost OD). Na podlagi vseh spremljanih parametrov smo ugotovili, da se testirani fagi med seboj razlikujejo tako v hitrosti kot v učinkovitosti zaviranja rasti bakterijske populacije. Zanimivo, fag M17φ1 z najpočasnejšim delovanjem se je edini izkazal kot učinkovit pri preprečevanju pojava odpornih mutant.

Viri

Gašić, K., Ivanović, M. M., Ignjatov, M., Calić, A., & Obradović, A. (2011). Isolation and characterization of *Xanthomonas euvesicatoria* bacteriophages. *Journal of Plant Pathology*, 93(3), 415–423.

Dejavniki insekticidnega delovanja prahov invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst na izbrane skladiščne hrošče

Matej Podgornik Milosavljević^{1,*}, Stanislav Trdan¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* mp0227@student.uni-lj.si

Uvod

Hrošče iz rodu *Sitophilus* (Coleoptera: Curculionidae) uvrščamo med najpomembnejše svetovne škodljivce skladiščenega žita (Stopar idr., 2022), kar potrjuje dejstvo, da se tri vrste tega rodu (*S. granarius*, *S. oryzae*, in *S. zeamais*) (Hagstrum in Subramanyam, 2009) uvrščajo med 10 najbolj raziskanih skladiščenih škodljivcev (Stopar idr., 2022). Za zatiranje so večinoma v uporabi kemična sredstva, vendar se zaradi dokazanih škodljivih učinkov na okolje in zdravje ljudi (Mehta in Kumar, 2020) vedno več pozornosti usmerja uporabi okolju prijaznih proizvodov rastlinskega in živalskega izvora, ki so biorazgradljivi (Khursheed idr., 2022). Ravno zato smo se odločili, da preučimo, kako primerni bi bili biorazgradljivi rastlinski prahovi in vodni izvlečki invazivnih tujerodnih rastlinskih vrst: *Solidago canadensis*, *Solidago gigantea*, *Rhus typhina*, *Amorpha fruticosa* in *Ailanthus altissima*. Gre za invazivne tujerodne vrste, ki so se v zadnjem obdobju razširile na območju Ljubljane. Ker niso avtohtone v ekosistemu, njihova prisotnost ogroža domače avtohtone vrste (Pejchar in Mooney, 2009). Za njih je predviden sežig, zato smo se odločili da preverimo, če so vendarle lahko koristne. Testirali smo kontaktno delovanje prahov na hroščih *S. oryzae*. Repelentni učinek smo preverili tako, da smo uporabili rastlinski prah na hroščih *S. zeamais*, za hrošče *S. granarius* pa smo pripravili rastlinske vodne izvlečke.

Material in metode

Za potrebe poskusa smo v Ljubljani nabrali invazivne tujerodne rastline. Uporabili smo tudi inertne prahove: SilicoSec®, zeolit, kremen in pepel navadne smreke. V poskusu smo uporabili 2- 4 tedne stare osebke iz rodu *Sitophilus*.

Poskus v Laboratoriju za fitomedicino BF je bil izveden v treh delih:

- Kontaktno delovanje smo preverili tako, da smo v plastično posodo na sredino dali 30 hroščev ter na vsako stran po eno petrijevko. Pšenično zrnje v eni petrijevki je bilo tretirano, druga pa

je bila negativna kontrola. Tri tedne smo ugotavljali pojavljanje hroščev v posodi. Po 21 dneh smo zrnje iz petrijevk stresli v erlenmajerico, kjer smo po 8 tednih ugotavljali potomstvo.

- Repelentno delovanje smo preverili tako, da smo dve erlenmajerici (tretirana in netretirana) položili v vodoravni položaj in ju povezali s gumijasto cevjo. Ugotavljali smo pojavljanje hroščev v obeh erlenmajericah in v cevi. Po treh tednih je sledil test potomstva.

- Delovanje izvlečkov vodnih prahov smo preverili tako, da smo v dveh koncentracijah (10 g/m² in 20 g/m²) tretirali celotno površino dna petrijevke, v katero smo dali 20 hroščev in teden dni spremljali smrtnost hroščev.

V komorah smo imeli dva abiotična dejavnika: temperatura (10, 15, 20 in 25 °C) in relativna zračna vlaga (55 in 75 %).

Rezultati in razprava

Inertni prahovi so se izkazali kot insekticidno najučinkovitejši, saj je bil pri zatiranju *S. oryzae* SilicoSec® najučinkovitejši, ker je bila 100 % smrtnost zabeležena že 8 dan pri 20 in 25 °C za 55 % RH, pri 20 °C in 75 % RH pa po 14 dneh. V raziskavi s *S. zeamais* smo potrdili rezultate naše prve raziskave, da so prahovi tujerodnih invazivnih vrst insekticidno neučinkoviti. Tudi tokrat je bil najučinkovitejši SilicoSec®, saj je stopnja preživetja po 14 dnevnem tretiranju padla pod 15 %. V vseh treh poskusih je imela pomembno insekticidno vlogo temperatura. Rezultati so pokazali, da je bila največja smrtnost opažena pri 10 °C, medtem ko je bila pri 25 °C najnižja. Vodni ekstrakti so se izkazali kot zelo neučinkoviti, saj je bil večji efekt zaznan samo takoj po 24 urah, nato pa je sledil padec učinkovitosti, ker so se vodni izvlečki v tem obdobju izsušili in posledično izgubili hlapne lastnosti. Pri testu potomstva so rastlinski prahovi invazivnih rastlin vplivali na zmanjšanje števila potomcev *S. granarius* za približno 30-odstotkov v primerjavi s kontrolo, kar ni zanemarljiv podatek, vendar pa to še zdaleč ni niti blizu učinkovitosti, ki so jo pokazali inertni prahovi, kjer potomstva praktično sploh ni bilo.

Viri in literatura

- Bull, R. (2010). Review of Stored-Product Insect Resource: By David W. Hagstrum and Bhadriraju Subramanyam. St. Paul, MN: AACC International, 2009. Reviewed by Russell Bull, Vichy, Missouri. *Journal of Agricultural & Food Information*, 11(3), 258–259. <https://doi.org/10.1080/10496505.2010.494139>
- Khursheed, A., Rather, M. A., Jain, V., Wani, A. R., Rasool, S., Nazir, R., Malik, N. A., & Majid, S. A. (2022). Plant based natural products as potential ecofriendly and safer biopesticides: A comprehensive overview of their advantages over conventional pesticides, limitations and regulatory aspects. *Microbial Pathogenesis*, 173, 105854. <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2022.105854>

- Mehta, V., & Kumar, S. (2020). Influence of Different Plant Powders as Grain Protectants on *Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae) in Stored Wheat. *Journal of Food Protection*, 83(12), 2167–2172. <https://doi.org/10.4315/JFP-20-153>
- Pejchar, L., & Mooney, H. A. (2009). Invasive species, ecosystem services and human well-being. *Trends in Ecology & Evolution*, 24(9), 497–504. <https://doi.org/10.1016/j.tree.2009.03.016>
- Stopar, K., Trdan, S., Bartol, T., Arthur, F. H., & Athanassiou, C. G. (2022). Research on stored products: A bibliometric analysis of the leading journal of the field for the years 1965–2020. *Journal of Stored Products Research*, 98, 101980. <https://doi.org/10.1016/j.jspr.2022.101980>

Prostorska razporeditev ogorčic vrste *Xiphinema index* v vinogradu

Julija Polanšek^{1, 2, *}, Saša Širca²

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

² Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija

* julija.polansek@kis.si

Uvod

Ogorčice vrste *Xiphinema index* so v tleh živeče rastlinsko parazitske ogorčice, ki prenašajo virus pahljačavosti listov vinske trte (GFLV), pri čemer je prav vinska trta njihov glavni gostitelj (Taylor in Brown, 1997). S svojim značilnim močnim bodalom črpajo celični sok iz korenin, med hranjenjem pa prihaja do prenosa virusa med gostiteljsko rastlino in *X. index* (Urek in Hržič, 1998). Posledice okužbe vinske trte z GFLV se v vinogradih kažejo kot zmanjšan pridelek, slabša kakovost grozdja, krajša življenjska doba trt in večja občutljivost rastlin na okoljske stresorje. Na okuženih trtah opazimo rumenenje listov, deformacije (t. i. peteršiljavost), zbito rast, bifurkacije ter neenakomeren razvoj grozdov (Pompe-Novak, 2005; Martelli in Uyemoto, 2008; Bashir idr., 2015; Jackson, 2020). Učinkovito obvladovanje ogorčic je oteženo zaradi njihove dolge življenjske dobe in sposobnosti preživetja v globljih plasteh tal (Raski idr., 1965). Prisotnost ogorčic vrste *X. index* je bila doslej v Sloveniji potrjena le v vinorodni deželi Primorski, o največ težavah poročajo v vinogradih na Krasu in v Goriških Brdih. Zaradi omejenih podatkov o prostorski razporeditvi ogorčic *X. index* v vinogradih smo se v tej študiji osredotočili na analizo njihovega pojavljanja z namenom boljšega razumevanja mehanizmov širjenja na mikrolokacijskem nivoju oz. prostorske razporeditve znotraj vinogradov.

Material in metode

V izbranih vinogradih smo izvedli naključno vzorčenje tal, da bi preverili prisotnost ogorčic *X. index* in ocenili njihovo številčnost. Vzorčenje tal je potekalo v dveh vinogradih, na dveh različnih lokacijah – na Krasu in v Goriških Brdih. Vzorčenje smo izvedli na tri načine: z lopatko ob koreninskem sistemu trt do globine 30 cm, s talno sondo ob koreninskem sistemu trt do 50 cm ter s sondo v medvrstnem prostoru prav tako do 50 cm globoko. Vzorci zemlje so bili nato preneseni v nematološki laboratorij Kmetijskega inštituta Slovenije, kjer smo iz posameznih vzorcev (200 cm³) z metodo vrtničenja ekstrahirali ogorčice (Cobb, 1918; Flegg,

1967; povzeto po EPPO, 2013). Sledila je detekcija in identifikacija ogorčic vrste *X. index* na podlagi morfološke identifikacije pod stereomikroskopom. Za vsak vzorec smo ocenili številčnost osebkov na 200 cm³ tal. Namen raziskave je bil analizirati prostorsko razporeditev ogorčic *X. index* znotraj posameznega vinograda in ugotoviti kje so bile populacije najštevilčnejše, da bi na podlagi teh ugotovitev bolje razumeli njihovo širjenje in potencialne dejavnike, ki vplivajo na njihovo gostoto pojavnosti.

Rezultati in razprava

Rezultati so pokazali, da je bilo največ osebkov ogorčic vrste *X. index* zajetih pri vzorčenju z lopatko v neposredni bližini korenin vinske trte, medtem ko v vzorcih, odvzetih s 50 cm dolgo sondo v medvrstnem prostoru, ogorčice niso bile prisotne. V pozitivnih vzorcih so bili prisotni tako odrasli osebki kot ličinke različnih razvojnih stopenj. Prostorska razporeditev ogorčic v vinogradih ni bila enakomerna. V vinogradu v Goriških Brdih je bila številčnost *X. index* zelo variabilna – prisotnost ni bila potrjena na 33 od skupno 85 vzorčnih mest, medtem ko so bile v njihovi neposredni bližini zabeležene točke z visoko populacijo. Pojavljanje ogorčic v zaplatah nakazuje točkovno širjenje, ki je lahko povezano s specifičnimi dejavniki, kot so struktura tal, vlažnost, gostota korenin ter prenos z orodjem, opremo, ljudmi ali živalmi. Povprečno število osebkov na vzorec je znašalo 11. V vinogradu na Krasu je bila populacija ogorčic izrazito višja in enakomernije razporejena – ogorčice so bile prisotne na vseh 61 vzorčnih mestih, povprečno število osebkov na vzorec pa je znašalo 33. Razlike med vinogradoma kažejo, da na razširjenost ogorčic vplivajo okoljski dejavniki in/ali mehanski prenos. Ker so ogorčice vrste *X. index* pomemben prenašalec GFLV, se ti vplivi odražajo tudi v neenakomernem pojavljanju virusnih okužb v vinogradu. K prostorski variabilnosti razporeditve ogorčic prispevajo spremenljive razmere v vinogradih ter številni biotski in abiotski dejavniki, zato je njihovo širjenje težko predvidljivo. Posledično se tudi simptomi okužbe z GFLV v vinogradu pogosto pojavljajo v obliki krožnih vzorcev ali nepravilnih zaplat.

Zahvala

Aktivnosti mlade raziskovalke (MR 60036) potekajo v sklopu programske skupine Agrobiodiverziteta (P4-0072), ki jo financira Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (ARIS), del aktivnosti je potekal v sklopu projekta Resensevitis (L7-50153). Zahvala pa gre tudi Tini Cerar, za pomoč pri delu.

Viri

- Bashir, N. S., Nourinejhad-Zarghani, S. in Hajizadeh, M. (2015). Status of infection with grapevine fanleaf virus in vineyards of Iran and molecular characteristics of the isolates. *Research & Reviews in BioSciences*, 10(7), 267–277.
- Cobb, N. A. (1918). *Estimating the nema populations of soil* (USDA Technical Circular 1, p. 48).
- EPPO (European and Mediterranean Plant Protection Organization). (2013). Nematode extraction. *Diagnostics PM 7/119 (1)*, EPPO Bulletin, 43, 471–495.
- Flegg, J. J. M. (1967). Extraction of Xiphinema and Longidorus species from soil by a modification of Cobb's decanting and sieving technique. *Annals of Applied Biology*, 60, 429–437. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7348.1967.tb04497.x>
- Jackson, S. R. (2020). *Wine science: Principles and applications* (5th ed., Chapter 4 – Vineyard practice). *Food Science and Technology*, 1014, 151–330.
- Martelli, G. P. in Uyemoto, J. K. (2008). Plant virus diseases: Fruit trees and grapevine (str. 201–207). <https://doi.org/10.1016/B978-012374410-4.00727-5>
- Pompe-Novak, M., Korošec-Koruza, Z., Tomažič, I., Klarič, M., Vojvoda, J., Blas, M., Ravnikar, M., Fichs, M. in Petrovič, N. (2005). Biotična raznovrstnost virusa pahljačavosti listov vinske trte (GFLV). V *Zborniku predavanj in referatov 7. slovenskega posvetovanja o varstvu rastlin*, Zreče, 8.–10. marec 2005 (str. 239–243).
- Raski, D. J., Hewitt, W. B., Goheen, A. C., Taylor, C. E. in Taylor, R. H. (1965). Survival of Xiphinema index and reservoirs of fanleaf virus in fallowed vineyard soil. *Nematologica*, 11, 349–352. <https://doi.org/10.1163/187529265X00267>
- Taylor, C. E. in Brown, D. J. F. (1997). *Nematode vectors of plant viruses*. Wallingford: CAB International.
- Urek, G. in Hržič, A. (1998). *Ogorčice – nevidni zajedavci rastlin: Fitonematologija*. Ljubljana: G. Urek (ur.), samozaložba.

Antagonistične glive – prihodnost biotičnega varstva rastlin?

Klara Šavli¹*, Janja Zajc Žunič¹, Urša Prislan¹

¹Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, Slovenija

*klara.savli@kis.si

Uvod

V zadnjem desetletju se je povečalo zanimanje za odkrivanje potencialnih antagonističnih vrst mikroorganizmov in njihovih koristi za zatiranje rastlinskih patogenih organizmov. Zaradi pojava tolerance in odpornosti na fungicide pri nekaterih patogenih glivah (npr. pri glivi, ki povzroča sivo plesen – *Botrytis cinerea*), bo uporaba antagonističnih gliv v obliki biotičnih agensov za zatiranje lahko postala edini perspektivni način zatiranja (Brent in Hollomon, 2007; Weber in Petridis, 2023). Nekatere vrste gliv z različnimi mehanizmi delovanja zavirajo rast patogenih gliv in tako zmanjšujejo posledice gospodarsko pomembnejših bolezni na poljščinah, vrtninah in sadnih vrstah (Ayaz idr., 2023). Mnogo antagonističnih gliv je še neodkritih in ne dovolj raziskanih. Namen poskusa je bil bolje spoznati inhibitorno delovanje nekaterih antagonističnih gliv proti rasti patogenih gliv, ki povzročajo znatne izgube pridelka na jagodičevju in drugih gostiteljskih rastlinah. V začetku poskusa je bil narejen izbor različnih sevov antagonističnih gliv, kasneje je bila njihova učinkovitost zatiranja različnih sevov patogenih organizmov (povzročiteljev bolezni na rastlinah žlahtnega jagodnjaka) preizkušena v *in vitro* pogojih na različnih testih. Najbolj učinkovite seve bomo preizkusili v *in vivo* testih (na plodovih ali listih rastlin jagod), katerim bodo sledili poskusi *in planta* (v nasadu jagod).

Material in metode

Izvedli smo presejalne teste različnih antagonističnih gliv (kot so vrste iz rodov *Aureobasidium*, *Cladosporium*, *Pseudozyma*, in druge), katerih namen je bil ugotoviti njihovo inhibitorno delovanje. Zaviralni učinek na rast patogene glive *Botrytis cinerea* (10 sevov) in glive *Colletotrichum acutatum* (trije sevi) smo testirali v laboratorijskih razmerah na petrijevkah s krompirjevim dekstroznim gojiščem. Zaviralni učinek antagonističnih gliv na patogene glive smo testirali z metodo dvojnih kultur (DCP; dual culture plates), kjer smo okoli patogene glive nacepili antagonistično glivo. S testom SOC (soluble organic compounds) smo testirali zaviralni učinek topnih organskih spojin. Najprej smo antagonistične glive nacepili na sredino sterilnega celofana, nameščenega na gojišče, le-tega smo po enem tednu odstranili in na sredino nacepili patogeni organizem. S testom VOC (volatile organic compounds) smo testirali

zaviralni učinek hlapnih organskih spojin. Za test smo uporabili polovične petrijevke in metodo dvojnih petrijevk. Teste na petrijevkah smo dokumentirali s fotografiranjem vsakih 3, 7, 10, 14 in 21 dni, meritve smo opravili s programom ImageJ.

Rezultati in razprava

Rezultate smo pridobili in izmerili glede na dokumentacijo petrijevk 7 dni po inokulaciji s patogenimi glivami. Za zatiranje rasti glive *B. cinerea* so bile najbolj učinkovite antagonistične glive iz rodu *Aureobasidium*. V testih dvojnih kultur (DCP) je 40 % testiranih izolatov antagonističnih gliv močno (nad 85 %) inhibiralo rast vseh 10 sevov glive *B. cinerea*, ostalih 60 % pa je izkazalo zmerno (od 50 do 80 %) inhibicijo rasti. Za zatiranje glive *C. acutatum* so bile prav tako pri zaviranju rasti najbolj učinkovite glive iz rodov *Aureobasidium*. V testih dvojnih kultur (DCP) je 41 % izolatov antagonističnih gliv močno (nad 85 %) inhibiralo rast *C. acutatum*, 59 % izolatov pa je izkazalo zmerno (od 50 do 80 %) inhibicijo rasti patogena. V testih VOC je 33 % antagonističnih gliv močno (nad 60 %) inhibiralo rast glive *C. acutatum*, 67 % izolatov pa je izkazalo zmerno (od 30 do 60 %) inhibicijo rasti. V testih SOC je 83 % izolatov antagonističnih gliv močno (nad 60 %) inhibiralo rast patogene glive, 17 % izolatov pa je izkazalo zmerno (od 30 do 60 %) inhibicijo rasti glive *C. acutatum*. Nekateri izolati antagonističnih gliv so se izkazali za zelo učinkovite pri zatiranju rasti glavnih dveh bolezni (siva plesen in antraknoza) na rastlinah jagod. Ti predstavljajo najbolj perspektivne izolate za nadaljnje raziskave mehanizmov antagonističnega delovanja in potencialno uporabo v biotičnem varstvu rastlin.

Viri

- Ayaz, M., Li, C.-H., Ali, Q., Zhao, W., Chi, Y.-K., Shafiq, M., Ali, F., Yu, X.-Y., Yu, Q., Zhao, Ayaz, M., Li, C.-H., Ali, Q., Zhao, W., Chi, Y.-K., Shafiq, M., Ali, F., Yu, X.-Y., Yu, Q., Zhao, J.-T., Yu, J.-W., Qi, R.-D., & Huang, W.-K. (2023). Bacterial and Fungal Biocontrol Agents for Plant Disease Protection: Journey from Lab to Field, Current Status, Challenges, and Global Perspectives. *Molecules*, 28(18), 6735. <https://doi.org/10.3390/molecules28186735>
- Brent, K. J., & Hollomon, D. W. (2007). *Fungicide Resistance in Plant Management: How can it be managed?* (2nd ed.). Fungicide Resistance Action Committee 2007. www.frac.info
- Weber, R. W. S., & Petridis, A. (2023). Fungicide Resistance in Botrytis spp. and Regional Strategies for Its Management in Northern European Strawberry Production. *BioTech*, 12(4), 64. <https://doi.org/10.3390/biotech12040064>

Analiza agroklimatskih kazalnikov in podnebne projekcije za 21. stoletje: vpliv podnebja na pridelavo koruze (*Zea Mays*)

Zala Žnidaršič^{1,*} in Tjaša Pogačar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* zala.znidarsic@bf.uni-lj.si

Uvod

Zaradi podnebnih sprememb se Slovenija segreva hitreje od globalnega povprečja, spreminjajo se padavinski vzorci, kmetijstvo pa je predvsem poleti bolj obremenjeno z vročinskim stresom, padavinskimi ekstremi in drugimi spremenjenimi rastnimi razmerami (Bertalanč in Dolinar, 2018). Ker so višje temperaturne vsote hitreje dosežene, je lahko razvoj rastlin hitrejši, nastopi več generacij škodljivcev v enem letu, pojavljajo se nove invazivne vrste in podobno (FAO, 2018; Žnidaršič idr., 2024). Na količino pridelka najbolj vplivata toplotni (vročina, mraz) in vodni stres (suša, poplave). Za koruzo (*Zea Mays*), ki je poleg pšenice najbolj zastopana poljščina v Sloveniji, lahko že temperatura nad 30–32 °C negativno vpliva na fenološki razvoj rastline. Ti učinki so še bolj izraziti v primeru maksimalne dnevne temperature nad 35 °C v obdobju cvetenja oziroma polnjenja zrn (Trnka idr., 2014; Webber idr., 2018), kar lahko vodi v izgubo pridelka (Hatfield idr., 2011; Hatfield in Prueger, 2015; Shirley idr., 2020). Tovrstne spremenljivke, s katerimi uspešno opišemo vpliv vremena na pridelavo rastlin, imenujemo agroklimatski kazalniki. Namen študije je bil preučiti, kateri izmed agroklimatskih kazalnikov najpomembneje vplivajo na pridelavo koruze v Sloveniji ter izračunati podnebne projekcije najpomembnejših kazalnikov za 21. stoletje.

Material in metode

V okviru analize smo uporabili časovno vrsto dnevnih podatkov meritev (obdobje 1981–2010) (ARSO, 2024a) in projekcij podnebnih modelov za povprečno temperaturo, minimalno in maksimalno temperaturo, evapotranspiracijo in padavine (ARSO, 2024b). Podnebne projekcije so vključevale šest nizov regionalno prilagojenih rezultatov modelov iz projekta EURO-CORDEX za scenarija RCP4.5 in RCP8.5 za obdobji 2041–2070 in 2071–2100. Podatki o pridelku koruze so obsegali dva niza dolgoročnih podatkov iz poljskih poskusov za obdobje 1993–2023. V prvem delu je bil oblikovan nabor 32 agroklimatskih kazalnikov, pridobljenih s pomočjo poglobljenega pregleda literature, ki najbolje opišejo vpliv podnebja na kmetijstvo, zlasti na rastlinsko pridelavo. Vrednosti agroklimatskih kazalnikov so bile izračunane za

celoten nabor kazalnikov, pri čemer smo upoštevali le obdobje rastne dobe, saj je rast koruze bolj pogojena s temperaturnimi padavinskimi pogoji v tem obdobju, kot v preostalem delu leta. Zatem je bila uporabljena metoda glavnih komponent (PCA, ang. Principal component Analysis) kot metoda za zmanjšanje dimenzionalnosti koreliranih naborov podatkov, kot so agroklimatski kazalniki, s pretvorbo v nekorelirane komponente, ki so urejene po pojasnjeni varianci. V nadaljevanju je sledila še analiza statistično značilne povezanosti med posameznim glavnimi komponentami in pridelkom koruze v obdobju 1993–2022 s pomočjo Spearmanovega korelacijskega koeficienta.

Rezultati in razprava

Rezultati metode glavnih komponent so predstavljali šest glavnih komponent, ki so vsaka razložile najmanj 64 % variabilnosti v začetnem naboru kazalnikov. Komponente smo poimenovali glede na pripadajoče agroklimatske kazalnike, in sicer smo jih poimenovali naslednje: 'temperaturni pogoji rastne dobe', 'zmerni vročinski stres', 'izjemni vročinski stres', 'pogoji spomladanske pozebe', 'visoka količina padavin' in 'nizka količina padavin'. Ugotovili smo, da je pridelek koruze statistično značilno in pozitivno povezan s komponento 'visoka količina padavin' ($p = 0,416$; $p = 0,001$) ter negativno povezan s komponentama 'temperaturni pogoji rastne dobe' ($p = -0,296$; $p = 0,022$) in 'zmerni vročinski stres' ($p = -0,306$; $p = 0,017$). Rezultati podnebnih projekcij za scenarija RCP4.5 in RCP8.5 ter obdobji 2041–2070 oziroma 2071–2100 so pokazali izrazito pozitivne anomalije v komponentah 'temperaturni pogoji rastne dobe' in 'zmerni vročinski stres' glede na referenčno obdobje 1981–2010. To nakazuje na pogostejše pojave tropskih noči, vročinskega stresa z maksimalno temperaturo nad 35 °C v obdobju cvetenja in polnjenja zrn pri koruzi ter splošno povečanje pogostosti razmer z maksimalno temperaturo nad 32 °C v obdobju od junija do avgusta. Z vidika padavin je analiza podnebnih projekcij za prihodnost pokazala predvideno povišanje v komponenti 'visoka količina padavin' predvsem za tiste lokacije, ki so bile že v referenčnem obdobju nadpovprečno namočene.

Zahvala

Delo je bilo financirano s strani Javne agencije za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije, raziskovalni program P4–0085, raziskovalni program Mladi raziskovalec (Zala Žnidaršič), in raziskovalni projekt V4-2423. Avtorici se za podatke poljskega poskusa zahvalujeta sodelavcem s Kmetijskega inštituta Slovenije (dr. Aleš Kolmanič).

Viri

- Bertalaní, R., in Dolinar, M. (2018). *Ocena podnebnih sprememb v Sloveniji do konca 21. stoletja: Sintezno poročilo*. Ministrstvo za okolje in prostor, Agencija Republike Slovenije za okolje. Pridobljeno s spletne strani https://meteo.arso.gov.si/uploads/probase/www/climate/text/sl/publications/OPS21_Porocilo.pdf
- FAO - Organizacija Združenih narodov za prehrano in kmetijstvo. (2018). *The future of food and agriculture – Alternative pathways to 2050* (Global Perspectives Studies, str. 64). Pridobljeno s spletne strani <https://www.fao.org/global-perspectives-studies/resources/detail/en/c/1157074/>
- Hatfield, J. L., Boote, K. J., Kimball, B. A., Ziska, L. H., Izaurralde, R. C., Ort, D., Thomson, A. M. in Wolfe, D.: Climate Impacts on Agriculture: Implications for Crop Production (2011).
- Hatfield, J. L. in Prueger, J. H.: Temperature extremes: Effect on plant growth and development, *Weather and climate extremes*, 10: 4-10 (2015).
- Podnebne spremembe: Meritve 1981-2010, dnevni podatki, ločljivost 0,125°, Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) (2024a). Pridobljeno s spletne strani <https://podatki.gov.si/dataset/arsopodnebn-spremembe-meritve-1981-2010-dnevni-podatki-locljivost-0-125>
- Podnebne spremembe: Projekcije, dnevni podatki, ločljivost 0,125°, Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO) (2024b). Pridobljeno s spletne strani <https://podatki.gov.si/dataset/> Shirley, R., Pope, E., Bartlett, M., Oliver, S., Quadrianto, N., Hurley, P., Duivenvoorden, S., Rooney, P., Barrett, A. B., Kent, C., in Bacon, J. (2020). An empirical, Bayesian approach to modelling crop yield: Maize in USA. *Environmental Research Communications*, 2(2), 025002. <https://doi.org/10.1088/2515-7620/ab67f0>
- Trnka, M., Rötter, R. P., Ruiz-Ramos, M., Kersebaum, K. C., Olesen, J. E., Žalud, Z., in Semenov, M. A. (2014). Adverse weather conditions for European wheat production will become more frequent with climate change. *Nature Climate Change*, 4(7), Art. 7. <https://doi.org/10.1038/nclimate2242>
- Webber, H., Ewert, F., Olesen, J. E., Müller, C., Fronzek, S., Ruane, A. C., Bourgault, M., Martre, P., Ababaei, B., Bindi, M., Ferrise, R., Finger, R., Fodor, N., Gabaldón-Leal, C., Gaiser, T., Jabloun, M., Kersebaum, K.-C., Lizaso, J. I., Lorite, I. J., ... Wallach, D. (2018). Diverging importance of drought stress for maize and winter wheat in Europe. *Nature Communications*, 9(1), 4249. <https://doi.org/10.1038/s41467-018-06525-2>
- Žnidaršič, Z., Pogačar, T., Trdan, S., in Curk, M. (2024). *Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith) (Lepidoptera: Noctuidae): Risks for Slovenian agriculture and feasibility of conducting pre-emptive risk assessment for some of its natural enemies. *Biological Control*, 197, 105601. <https://doi.org/10.1016/j.biocontrol.2024.105601>

Napoved mikrobne odpornosti antibiotika doksiciklina pri bakterijah *Campylobacter jejuni* na osnovi genoma

Živa Kolenc^{1,*}, Tomaž Curk², Anja Klančnik¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za živilstvo, Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za računalništvo in informatiko, Laboratorij za bioinformatiko, Ljubljana, Slovenija

* ziva.kolenc@bf.uni-lj.si

Uvod

Patogene bakterije *Campylobacter* spp. so med vodilnimi povzročitelji s hrano prenosljivih črevesnih okužb, ki letno prizadenejo milijone ljudi. Njihova naraščajoča mikrobna odpornost predstavlja resno grožnjo javnemu zdravju, zato je pomembno iskanje alternativnih strategij nadzora (Klančnik idr., 2020) in novih metodoloških pristopov za spremljanje odpornosti. Trenutne metode napovedovanja mikrobne odpornosti temeljijo na prepoznavi genov, vključenih v mehanizme mikrobne odpornosti, ki so opisani v znanstveni literaturi ali podatkovnih zbirkah. Kljub svoji učinkovitosti ima ta pristop dve omejitvi: kategorizacijo odpornosti v zgolj dva razreda (občutljivo/odporno) ter omejenost na že poznane mehanizme odpornosti brez možnosti odkrivanja novih mehanizmov. V tej raziskavi smo razvili napovedni model, pri čemer smo uporabili javno dostopno zbirko celotnih bakterijskih genomov in pripadajočih podatkov o mikrobni odpornosti. Na osnovi celotnih genomov smo napovedali mikrobno odpornost prek vrednosti minimalne inhibitorne koncentracije (ang. *minimum inhibitory concentration*, MIK) antibiotika doksiciklina iz skupine tetraciklinov. Poleg izboljšane napovedi mikrobne odpornosti smo odkrili tudi nove kandidatne gene, vključene v mehanizme odpornosti.

Material in metode

Genomska zaporedja bakterij *Campylobacter jejuni* in vrednosti MIK smo pridobili iz ameriške podatkovne baze NARMS (FDA, b. d.). Po prenosu podatkov smo genome preprocesirali, jih sestavili in anotirali. Iz anotiranih genomov smo pripravili pangenomsko binarno matriko s podatki o prisotnosti ali odsotnosti posameznih genov in jo za nadaljnjo analizo prenesli v orodje za podatkovno rudarjenje Orange (Demšar idr., 2013). Podatke smo razdelili na učno in testno množico. Na učni množici smo s 5-kratnim navzkrižnim preverjanjem preizkusili več različnih modelov strojnega učenja: linearno regresijo, odločitvena drevesa, naključne gozdove

in spodbujevalno učenje. Za zmanjšanje kompleksnosti modela smo uporabili regularizacijo Lasso in nato model ovrednotili na testni množici. Gene z najvišjo napovedno močjo in gene v njihovi neposredni genomski okolici smo poiskali v podatkovni bazi CARD (Alcock idr., 2023).

Rezultati in razprava

Med preizkušenimi modeli za napoved mikrobne odpornosti bakterij *C. jejuni* proti antibiotiku doksiciklinu se je kot najbolj učinkovita izkazala linearna regresija. Robustnost modela smo potrdili z navzkrižnim preverjanjem na različnih podmnožicah podatkov. Na testni množici smo z metriko RMSE dosegli natančnost znotraj ± 1 dvakratne redčitve, kar sovпада z okvirom sprejemljivih meja določanja vrednosti MIK, pri čemer smo dosegli koeficient determinacije R^2 0,946. Z modelom smo identificirali že znane gene, vključene v mehanizme odpornosti: gene, ki kodirajo družino proteinov za vezavo na ribosomsko podenoto 30S in tako preprečijo antibiotiku vezavo in delovanje (gena *tet(O)*, *tet(M)-like*) in iztočno črpalko (gen *mdfA-like*). Identificirali smo tudi genomske regije z novimi kandidatnimi geni, potencialno vključenimi v mehanizme odpornosti. Postavili smo model in s tem omogočili zanesljivo napoved vrednosti MIK antibiotika doksiciklina pri bakterijah *C. jejuni* in odkritje novih genov, povezanih z mehanizmi odpornosti. S tem smo omogočili spremljanje mehanizmov odpornosti proti antibiotiku doksiciklinu pri bakterijah *C. jejuni* na osnovi genoma, kar bomo v prihodnje razširili tudi na druge antibiotike.

Zahvala

Raziskavo so financirali Javna agencija za znanstvenoraziskovalno in inovacijsko dejavnost Republike Slovenije (projekt J4-4548, program P4-0116) ter Slovenska nacionalna superračunalniška mreža (SLING) prek računalniških virov, ki jih upravlja Arnes.

Viri

- Alcock B. P., Huynh W., Chalil R., Smith K. W., Raphenya A. R., Wlodarski M. A. *et al.* (2023). CARD 2023: Expanded curation, support for machine learning, and resistome prediction at the Comprehensive Antibiotic Resistance Database. *Nucleic Acids Research*, 51(D1), D690–D699. <https://doi.org/10.1093/nar/gkac920>
- Demšar J., Curk T., Erjavec A., Gorup Č., Hočevar T., Milutinovič M. *et al.* (2013). Orange: data mining toolbox in python. *Journal of Machine Learning Research*, 14(1): 2349–2353.
- Klančnik A., Šimunović K., Sterniša M., Ramić D., Smole Možina S., Bucar F. (2020). Anti-adhesion activity of phytochemicals to prevent *Campylobacter jejuni* biofilm formation on abiotic surfaces. *Phytochemistry Reviews*, 20(1), 20, 1: 55–84. <https://doi.org/10.1007/S11101-020-09669-6>

U.S. Food and Drug Administration. (b. d.). *NARMS Now: Integrated Data*. <https://www.fda.gov/animal-veterinary/national-antimicrobial-resistance-monitoring-system/narms-now-integrated-data>

Studies on the molecular interplay between p97 and three of its protein adaptors in the DNA-protein crosslink repair

Maša Andoljšek^{1,*}, Primož Bembič¹, Matic Kisovec¹, Marjetka Podobnik¹

¹ Department of Molecular Biology and Nanobiotechnology, National Institute of Chemistry, Hajdrihova ulica 19, Ljubljana, Slovenia

* masa.andoljsek@ki.si

Introduction

DNA-protein crosslinks (DPCs) are common genomic lesions that obstruct DNA replication, transcription, recombination and repair. DPCs are formed when proteins are covalently bound to DNA when exposed to endogenous metabolites or exogenous agents such as ionizing radiation or chemotherapeutic agents. Impaired DPC repair (DPCR) is associated with many diseases, including cancer and neurodegeneration (Stinge et al., 2017). In humans, DPCR requires the coordinated action of several proteins, including the AAA+ ATPase and unfoldase p97 (also known as VCP) and the DNA-dependant metalloprotease SPRTN (SprT-like N-terminal domain). *In vitro*, SPRTN can only degrade loosely folded DPCs, while for the degradation of the compact DPCs, the protein part of the DPC appears to be first unfolded by p97 (Kröning et al., 2022). In this case, two other p97 adaptor proteins, Ufd1 and Npl4, that form a heterodimeric complex, likely enable DPC recognition, followed by the p97 unfolding and SPRTN proteolysis (Braxton & Southworth, 2023; Kröning et al., 2022). The goal of my research is to understand the molecular interactions between p97 and its adaptor proteins SPRTN and Ufd1-Npl4 complex in DPCR.

Material and Methods

Human genes encoding SPRTN, p97, Ufd1 and Npl4 were cloned into bacterial expression plasmids and transformed into *E. coli* cells. After transformation, the cells were grown at 37 °C in lysogeny broth (LB) medium until optical density of 0.6. Protein expression was induced with 0.4 mM IPTG overnight at 20 °C. The harvested cells were resuspended in the lysis buffer and lysed by sonication. Cell debris was removed by centrifugation at 50 000 *g* for 30 minutes and the supernatant was filtered and loaded onto a chromatography system ÄKTA pure™ (Cytiva). Proteins were purified using combinations of nickel affinity (Ni-NTA), MBP affinity, ion exchange (IEC) and size exclusion chromatography (SEC). The affinity tags were cleaved off with TEV protease. SDS PAGE was used to check the content of the individual peaks in

chromatography. Protein stability was analysed using dynamic light scattering (DLS) and nano differential scanning fluorimetry (nanoDSF) and secondary structure integrity was evaluated via circular dichroism (CD) spectroscopy. Protein-protein interactions were analysed using SEC, microscale thermophoresis (MST) and mass photometry (MP) as well as cryo-electron microscopy (Cryo-EM).

Results and Conclusions

We have successfully optimised expression of soluble recombinant proteins and purification protocols for human proteins SPRTN, p97, Ufd1, and Npl4. Thermal stability analysis revealed that although Ufd1 contains a higher proportion of intrinsically disordered regions, it is more thermostable than Npl4. Protein-protein interaction studies show that Ufd1 and Npl4 form a stable complex, which was confirmed by co-elution in SEC. Furthermore, interactions between the p97 and the Ufd1-Npl4 complex were validated by SEC and MST. We have visualized the p97 by cryo-EM, obtaining micrographs and initial 2D classifications, although further optimization is required for high-resolution analysis of the complexes. These results confirm the successful expression and isolation of all proteins and provide a solid biochemical foundation for further structural and functional studies of the p97-Ufd1-Npl4-SPRTN pathway in DNA-protein crosslink repair.

References

- Braxton, J. R., & Southworth, D. R. (2023). Structural insights of the p97/VCP AAA+ ATPase: Braxton, J. R., & Southworth, D. R. (2023). Structural insights of the p97/VCP AAA+ ATPase: How adapter interactions coordinate diverse cellular functionality. *Journal of Biological Chemistry*, 299(11), 105182. <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2023.105182>
- Kröning, A., Boom, J. van den, Kracht, M., Kueck, A. F., & Meyer, H. (2022). Ubiquitin-directed AAA+ ATPase p97/VCP unfolds stable proteins crosslinked to DNA for proteolysis by SPRTN. *Journal of Biological Chemistry*, 298(6). <https://doi.org/10.1016/j.jbc.2022.101976>
- Stingele, J., Bellelli, R., & Boulton, S. J. (2017). Mechanisms of DNA-protein crosslink repair. *Nature Reviews. Molecular Cell Biology*, 18(9), 563–573. <https://doi.org/10.1038/NRM.2017.56>

Gojenje mikroalg vrste *Chlorella vulgaris* v odpadni vodi za pridobivanje biomase z bioaktivnim delovanjem

Eva Cepec^{1,*}, Karmen Godič Torkar¹, Tjaša Griessler Bulc^{1,2}, Urška Šunta¹, Darja Istenič^{1,2}

¹ Univerza v Ljubljani, Zdravstvena fakulteta, Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo, Ljubljana, Slovenija

* eva.cepec@zf.uni-lj.si

Uvod

Mikroalge so fotosintetski mikroorganizmi, ki proizvajajo širok spekter bioaktivnih spojin, med drugim tudi fitohormone, ki biostimulativno delujejo na višje rastline, saj lahko pozitivno vplivajo na rast, razvoj in odpornost rastlin, zlasti pod stresnimi pogoji (Kapoor idr., 2021). Uporaba biomase mikroalg z biostimulativnimi učinkovinami zato predstavlja obetavno rešitev za izboljšanje rasti pridelka v kmetijstvu, zmanjšuje potrebo po uporabi mineralnih gnojil in spodbujevalcev rasti ter tako prispeva k zmanjšanju njihovega negativnega vpliva na okolje (Miranda idr., 2024). Poleg tega je nekatere vrste mikroalg, kot je *Chlorella vulgaris*, možno gojiti v različnih vrstah odpadnih vodah, kar predstavlja trajnostno rešitev za proizvodnjo biomase ob sočasnem čiščenju odpadne vode. Pri tem vpliv gojenja alg v odpadni vodi na proizvodnjo bioaktivnih spojin še vedno ni dovolj raziskan (Cepec idr., 2025). V prispevku predstavljamo rezultate začetnih eksperimentov, kjer smo preverjali rast *C. vulgaris* in bioaktivne lastnosti biomase, gojene v sintetičnem konvencionalnem in v alternativnih različicah rastnih medijev z različnimi koncentracijami 4-hidroksibenzojske kisline (p-HBA), ki dokazano spodbuja rast alg. Z razumevanjem proizvodnje bioaktivnih učinkovin v mikroalgah glede na rastne pogoje lahko oblikujemo boljše smernice za pridobivanje biomase z želenimi karakteristikami, uporabne predvsem za biostimulacijo rastlin v kmetijstvu (Guo idr., 2020; Zhao idr., 2023).

Materiali in metode

Preliminarno smo preučevali kinetiko rasti in rastne krivulje kulture *C. vulgaris* gojenih v kontroliranih laboratorijskih pogojih v sterilnih erlenmajericah z rastnim medijem Bold's Basal Medium (BBM; PhytoTechnology Laboratories) in sintetično odpadno vodo po sekundarnem čiščenju (SOV; OECD 2001). Oba medija smo obravnavali z dodatki treh različnih koncentracij

4-hidroksibenzojske kisline (p-HBA), od 10^{-5} – 10^{-7} M, v treh paralelkah, skupno torej 24 erlenmajeric (50 ml erlenmajerice s 25 ml kulture, $OD_{A680} = 1.0 \pm 0.2$). Za ponoven poskus v večjem volumnu (250 ml erlenmajericah) smo izbrali najbolj ustrezno koncentracijo dodatka p-HBA v BBM in SOV, 10^{-5} M. Rast mikroalg smo dnevno spremljali s štetjem celic v Neubauerjevi komori. S tekočinsko kromatografijo visoke ločljivosti (HPLC) smo analizirali vsebnost nitratov. Na začetku in na koncu poskusa smo določili klorofil a, dodatno smo kulture prenesli na petrijevke z BBM in osnovnim hranilnim agarjem (NA), da bi preverili rast ostalih mikroorganizmov. Po končanem poskusu smo s centrifugiranjem (6500 rpm, 5 min) ločili biomaso od supernatanta. Pridobljeno biomaso smo sprali, liofilizirali in s kalilnimi testi preverili potencialen biostimulativen učinek na kalitev semen bele gorjušice (*Sinapis alba*) (Cepec idr., 2025). V supernatantu smo določili avksin indol-3-očetno kislino (IAA) s Salkowski reagentom (Gordon in Weber, 1951).

Rezultati in razprava

V raziskavi smo primerjali vpliv rastnega medija BBM in alternativnega gojišča SOV na rast *C. vulgaris*, kjer smo preliminarno v obeh medijih raziskali učinek dodatka različnih koncentracij p-HBA na rast *C. vulgaris* in lastnosti pridobljene biomase. SOV se je izkazala kot primerna za gojenje *C. vulgaris* in pridobivanje biomase, zlasti v fazah, kjer je prisotna zadostna količina hranil za stabilno rast. Dodatek p-HBA je vplival na rast *C. vulgaris* in tvorbo IAA, kar je skladno s predhodnimi raziskavami (Bispo idr., 2023; Zhao idr., 2023), ampak zahteva nadaljnji razvoj na tem področju. Zato bomo v naslednjem koraku preverili učinek biomase na kalitev semen bele gorjušice (*Sinapis alba*) in določili razlike med biomaso iz konvencionalnega ali alternativnih medijev z/brez dodatkov p-HBA. V nadaljevanju je ključno prenesti ugotovitve teh raziskav na dejansko komunalno odpadno vodo v laboratoriju ter nato na pilotni nivo (Abdelfattah idr., 2023). Z opisanim pristopom bomo prispevali k boljšemu razumevanju spremenljivih dejavnikov na kakovost pridobljene biomase, predvsem glede vsebnosti bioaktivnih učinkovin (Magalhães idr., 2024). Naši dosednji rezultati podpirajo trditev, da izbira in sestava medija oziroma sistema gojenja pomembno vplivajo na produkcijo bioaktivnih spojin v mikroalgah in možnost nadaljnje uporabe biomase v kmetijstvu.

Viri

Abdelfattah, A., Ali, S. S., Ramadan, H., El-Aswar, E. I., Eltawab, R., Ho, S. H., ... & Sun, J. (2023). Microalgae-based wastewater treatment: Mechanisms, challenges, recent advances, and future prospects. *Environmental Science and Ecotechnology*, 13, 100205. <https://doi.org/10.1016/j.es.2022.100205>

- Bispo, R. L. B., Ceccato-Antonini, S. R., Takita, M. A., & Rosa-Magri, M. M. (2023). Exogenous Indole-3-Acetic acid production and phosphate solubilization by *Chlorella vulgaris* beijerinck in heterotrophic conditions. *Fermentation*, 9(2), 116.
- Cepec, E., Griessler Bulc, T., Istenič, D., & Šunta, U. (2025). Biostimulants from Algae Biomass Uncovered: Phytohormones Determination and Plant Growth Stimulation. In A. Romolo, Y. Istileulova, & V. Kralj-Iglič (Eds.), *Socratic Lectures 12 th International Symposium*, Ljubljana, January 11, 2025: PART II (pp. 33–42). Založba Univerze v Ljubljani. Dostopno na: <https://ebooks.uni-lj.si/ZalozbaUL/catalog/book/742/chapter/4120>
- Gordon, S. A., & Weber, R. P. (1951). Colorimetric estimation of indoleacetic acid. *Plant physiology*, 26(1), 192.
- Guo, S., Wang, P., Wang, X., Zou, M., Liu, C., & Hao, J. (2020). Microalgae as biofertilizer in modern agriculture. *Microalgae biotechnology for food, health and high value products*, 397-411.
- Kapoor, R. V., Wood, E. E., & Llewellyn, C. A. (2021). Algae biostimulants: A critical look at microalgal biostimulants for sustainable agricultural practices. *Biotechnology Advances*, 49, 107754.
- Magalhães, I. B., de Paula Pereira, A. S. A., Silva, T. A., Ferreira, J., Braga, M. Q., Couto, E. A., ... & Calijuri, M. L. (2024). Advancements in high-rate algal pond technology for enhanced wastewater treatment and biomass production: A review. *Journal of Water Process Engineering*, 66, 105929.
- Miranda, A. M., Hernandez-Tenorio, F., Villalta, F., Vargas, G. J., & Sáez, A. A. (2024). Advances in the Development of Biofertilizers and Biostimulants from Microalgae. *Biology*, 13(3), 199.
- OECD (2001), Test No. 303: Simulation Test - Aerobic Sewage Treatment -- A: Activated Sludge Units; B: Biofilms, OECD Guidelines for the Testing of Chemicals, Section 3, OECD Publishing, Paris.
- Zhao, Z., Xue, W., Wang, J., Zhang, C., & Zhou, D. (2023). The role of trace p-hydroxybenzoic acid to *Chlorella* for advanced wastewater treatment: Mitigating bacterial contamination and boosting biomass recovery. *Resources, Conservation and Recycling*, 199, 107229.

Plastic Trojan Horses: Microplastics as Vectors for Tributyltin in *Mytilus galloprovincialis*

Tanja Kobal^{1,*}, Margareta Kračun Kolarević², Stoimir Kolarević², Tea Zuliani³, Tatjana Simčič¹, Andreja Ramšak¹

¹ National Institute of Biology, Večna pot 121, 1000 Ljubljana, Slovenia

² Institute for Biological Research “Siniša Stanković”, Bulevar despota Stefana 142, 11108 Belgrade, Serbia

³ Jožef Stefan Institute, Jamova cesta 39, 1000 Ljubljana, Slovenia

* tanja.kobal@nib.si

Introduction

Plastic pollution and its degradation into microplastics (MP) is a major global problem that is even more noticeable in enclosed and semi-enclosed seas such as the Mediterranean Sea. As microplastics are present from the sea surface to the sediment, they can easily be ingested by or adhere to organisms and reach higher trophic levels. Due to its ubiquitous presence in the environment, it is susceptible to adsorption of various pollutants and serves as a substrate for biofilm or adhesion. Various studies address the effects of MP on marine invertebrates and indicate adverse effects such as a reduction in reproductive performance and fitness, intestinal obstruction, inflammatory responses, apoptosis, epithelial damage, neurotoxicity and genotoxicity. A high surface-to-volume ratio enables the adsorption of organic pollutants such as tributyltin (TBT) present in the marine environment to MP through hydrophobic interactions. In this way, it remains available to marine organisms in the water column. TBT is known to impair heart rate, cause DNA damage in haemocytes, disrupt mitochondrial activity, increase mortality and act as an endocrine disruptor, leading to population declines in contaminated areas. We investigated whether MP could serve as a vector for the transfer of TBT in *Mytilus galloprovincialis* by exposing mussels to adsorbed TBT on MP.

Material and Methods

M. galloprovincialis were exposed for 21 days to polyethylene microspheres (size range: 10–63 µm, Cospheric) and tributyltin chloride (TBT-Cl) at the following concentrations: 50 mg/L MP, 0.001 mg/L TBT and 0.02 mg TBT/g MP. After 7, 14 and 21 days of exposure, tissue samples were taken for analysis. The activity of the electron transport system (ETS) was determined spectrophotometrically by testing the reduction capacity of iodonitrotetrazolium

chloride (INT) in homogenates of the gills and digestive glands. The response of the antioxidant defence system was also determined spectrophotometrically by measuring the activity of the enzyme catalase in homogenates of the gills and digestive glands. Genotoxicity was measured using the comet assay to determine DNA strand breakage in the haemocytes of the mussels. The data obtained from the experiments were statistically analysed using Origin Pro software.

Results and Conclusions

Tissue TBT concentrations were higher in mussels exposed to MP + TBT than to TBT alone. No statistically significant differences in catalase (CAT) activity in gills and hepatopancreas were observed between exposure groups, although tissue-specific patterns of higher activity were observed in hepatopancreas. In the gills, CAT activity remained low across all treatments, with high variability within the experimental groups. After 21 days, CAT activity decreased significantly in the MP + TBT group compared to the control, and the same trend was observed in the other exposed groups, suggesting enzyme inhibition possibly related to prolonged contaminant exposure. Increased variability in ETS activity was observed at later time points, but there is no significant difference between groups and/or time points. Haemocyte viability remained above 90% until day 21, whereas it decreased to 87.4% and 84.9% in the MP and MP + TBT groups, respectively. DNA damage analysed with the comet assay showed significant damage in the TBT and MP + TBT groups from day 7, which increased over time. Interestingly, mussels exposed to MP + TBT showed the least DNA damage on day 7, possibly indicating initial avoidance of intake or lower bioavailability of TBT. Overall, the contaminant concentrations used resulted in subtle sublethal effects observed mainly through DNA damage. Our results suggest that MP can successfully transfer TBT into mussels and enhance genotoxic effects. Further studies at the environmental level are needed to assess the ecological risks.

Raznolikost in razširjenost strig družine Lithobiidae (Chilopoda: Lithobiomorpha) v jamah Dinarskega krasa

Anja Kos^{1,*}, Teo Delić¹, Ivan Kos¹, Ana Komerički², Dalibor Stojanović³, Maja Zagmajster¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, Slovenija

² Hrvatsko biospeleološko društvo, Zagreb, Hrvaška

³ Univerza v Beogradu, Fakulteta za biologijo, Inštitut za zoologijo, Beograd, Srbija

* anja.kos@bf.uni-lj.si

Uvod

Dinarski kras velja za svetovno vročo točko pestrosti podzemnih živali, kjer je prišlo do izjemne diverzifikacije različnih živalskih skupin. Še vedno se odkrivajo nove vrste, pogosto tudi morfološko nerazločljive (kriptične), ki jih lahko prepoznamo le z uporabo molekularnih metod. Strige so ena izmed številnih skupin, ki naseljujejo podzemlje Dinarskega krasa, kjer imajo kot vrhovni nevretenčarski plenilci pomembno vlogo. Kljub temu je njihova taksonomija in sistematika, pa tudi razširjenost in ekologija še v veliki meri neraziskana, kar otežuje biogeografske analize. Prav tako je na Dinarskem krasu razširjena tudi ena prvih znanstveno opisanih podzemnih vrst strig na svetu, *Lithobius stygius* Latzel, 1880, opisana iz jam Postojnsko-planinskega jamskega sistema. Pripada družini Lithobiidae, ki je tudi sicer najbolj raziskovana skupina strig v jamah na tem območju, a ima kljub temu še vedno nerazrešeno taksonomijo. Zato sta tako zanesljiva identifikacija osebkov kot tudi raziskovanje drugih vidikov njene biologije otežena. Zaradi vsega naštetega smo se raziskav raznolikosti in razširjenosti strig družine Lithobiidae lotili dvostopenjsko. Prvič, na podlagi literaturnih podatkov smo želeli ugotoviti, katere vrste te družine se pojavljajo v jamah Dinarskega krasa. Drugič, na podlagi številnih nedavno nabranih osebkov smo podrobneje raziskali genetsko pestrost znotraj kompleksa vrst *L. stygius*.

Material in metode

Literaturni pregled poznavanja strig družine Lithobiidae v jamah Dinarskega krasa smo naredili na podlagi vseh dostopnih virov, podatke o njih pa smo vnesli v podatkovno zbirko o podzemnih živalih Dinarskega krasa — SubBioDB (zbirka Skupine za speleobiologijo, Oddeleka za biologijo). Nove lokalitete smo georeferencirali, ter vnesli trenutno veljaven

taksonomski status poročenih vrst. Ali je vrsta podzemna smo sklepali na podlagi večinskega deleža najdb iz jam. Z uporabo programskega okolja R smo izbrali le najdbe, ki geografsko padejo v območje Dinaridov, ter izdelali karte pojavljanja vrst. Za razjasnitev vzorcev vrstne pestrosti znotraj kompleksa vrst *L. stygius* smo uporabili filogenetske pristope, in v analizo vključili osebkke večine morfološko podobnih populacij iz jam po celotnem Balkanu. V ta namen smo v molekularno analizo vključili vzorce kompleksa *L. stygius* in nekaj domnevno sorodnih površinskih vrst (skupaj 305 osebkov s 153 lokalitet), ter že objavljene sekvence predstavnikov družine Lithobiidae. Filogenetske odnose smo izračunali po metodi največjega verjetja in Bayesovi metodi na podlagi treh odsekov genov (citokrom oksidaze I — COI, 16S rRNA, 28S rRNA), ter uporabili dva različna algoritma za delimitacijo vrst na podlagi odseka za COI.

Rezultati in razprava

Na podlagi pregleda literature smo v jamah Dinarskega krasa zabeležili 44 veljavnih vrst družine Lithobiidae, od tega 17 podzemnih vrst. Največ zabeleženih najdb ima vrsta *L. stygius*, večina podzemnih vrst pa je poznanih iz manj kot petih lokacij. Pokazali smo, da se v jamah Dinarskega krasa pojavljajo številni predstavniki družine Lithobiidae, tako podzemne kot splošno razširjene površinske vrste. Znotraj kompleksa vrst *L. stygius* smo z molekularnimi metodami razkrili vzorce prikrita pestrosti, saj analizirani osebki pripadajo petim različnim filogenetskim linijam in številnim endemičnim molekularnim operacijskim taksonomskim enotam (MOTU-jem). Z raziskavo smo pokazali uporabnost molekularnih metod pri razreševanju taksonomskih odnosov znotraj morfološko podobnih kompleksov vrst, saj razumevanje taksonomije na podlagi morfologije močno podcenjuje vrstno pestrost proučevanega kompleksa. Kljub temu, da literaturni podatki navajajo vrsto *L. stygius* z različnih območji vse od Italije do Bolgarije, smo z molekularnimi metodami pokazali, da je vrsta ozko razširjena. MOTU, ki vključuje vzorce iz tipske lokacije vrste, je razširjen le na južnem delu osrednje Slovenije. V prihodnosti bomo poznavanje pojavljanja vrst družine Lithobiidae v jamah Dinarskega krasa dopolnili še z novimi podatki na podlagi določitev osebkov iz morfoloških zbirk, raziskovanje genetske pestrosti znotraj kompleksa vrst *L. stygius* pa bomo nadgradili z vpeljavo podrobnejših raziskav z genomskimi pristopi.

Exposure of sunflowers to microplastics from single-use plastic bags triggers soil changes and drought-like responses

Teja Pelko^{1,*}, Katarina Vogel-Mikuš^{1,2}, Jure Mravlje^{1,2}, Marjana Regvar¹, Andraž Dolar¹, Ana Mezinec¹, Gabriela Kalčíkova³, Mark Starin³, Janja Novak³, Anita Jemec Kokalj¹

¹ University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Ljubljana, Slovenia

² Jozef Stefan Institute, Ljubljana

³ University of Ljubljana, Faculty of Chemistry and Chemical Technology, Ljubljana, Slovenia

* teja.pelko@bf.uni-lj.si

Introduction

Plastic bags have become one of the main sources of plastic waste worldwide, with major impacts on agroecosystems and other natural environments. According to current estimates, approximately 5 trillion plastic bags are produced each year, which translates to approximately 300 bags per person per year (Arı & Yilmaz, 2017; Khanal, 2022). Plastic bags, composed mainly of polyethylene (PE), slowly degrade in the environment due to various factors, including exposure to sunlight, moisture and mechanical impacts. This gradual degradation leads to the breakdown of larger pieces of plastic into microplastic particles, defined in the scientific literature as particles between 5 mm and 0.1 µm in size (Gruber et al., 2022). Biodegradable plastic bags are increasingly being used as an environmentally friendly alternative to traditional plastic bags. However, when exposed to environmental conditions, they can also degrade into microplastics that can accumulate in soil. In this study, we investigated how microplastics from polyethylene (PE), home composted and industrially composted polybutylene adipate terephthalate (PBAT_HOME and PBAT_IND) plastic bags affect sunflower growth, plant physiological and biochemical parameters and soil properties.

Material and Methods

Sunflower seedlings (*Helianthus annuus*) were planted in soil spiked with microplastics made from PE and PBAT plastics bags at three different concentrations: 0.05%, 0.5% or 1% (w/w dry weight). Weekly measurements of shoot height were conducted to monitor growth rate. Transpiration rate and photosynthetic efficiency were assessed in the sixth and seventh weeks of growth. Following an eight-week growth period, the sunflowers were harvested, and both the fresh weights of the shoots and roots were recorded. The samples were subsequently freeze-

dried to measure dry weight. The mineral content of the freeze-dried shoots and roots was determined using XRF analysis, while proline content in the dry biomass of shoots and roots was quantified spectrophotometrically. Additionally, the experiment involved an evaluation of soil properties both immediately after microplastic addition and at the end of the experiment. Key soil parameters, including pH, water holding capacity, and enzymatic activities (dehydrogenase and urease), were systematically measured to assess the impact of microplastic incorporation on soil health.

Results and Conclusions

Our study shows the different impacts of biodegradable and conventional microplastics on sunflowers and soil. We found that microplastics from conventional PE plastic bags have minimal impact on sunflowers. In contrast, microplastics from biodegradable PBAT bags, especially at higher concentrations (0.5% and 1% w/w dry weight), caused significant changes in the growth as well as in the physiological and biochemical responses of sunflower seedlings. Decreased root and shoot growth was observed for both PBAT microplastic treatments at higher concentrations. An important finding was the increase in proline content in the 0.5% and 1% PBAT treatments, indicating that sunflower seedlings were exposed to drought stress-like conditions. In addition to the effects of microplastics on plants, our study also showed different effects of PE and PBAT microplastics on soil properties, including pH (increase only at 1% PBAT_IND), water-holding capacity (increase only at 1% PE) and enzyme activity. Dose-independent changes in dehydrogenase activity were observed for all materials, while urease activity increased only at 0.05% and 1% PBAT_IND. These results underline the need for further research on the ecological implications of different types of microplastics in the terrestrial environment.

References

- Arı, E., & Yılmaz, V. (2017). Consumer attitudes on the use of plastic and cloth bags. *Environment, Development and Sustainability*, 19(4), 1219–1234. <https://doi.org/10.1007/s10668-016-9791-x>
- Gruber, E. S., Stadlbauer, V., Pichler, V., Resch-Fauster, K., Todorovic, A., Meisel, T. C., Trawoeger, S., Hollóczki, O., Turner, S. D., Wadsak, W., Vethaak, A. D., & Kenner, L. (2022). To Waste or Not to Waste: Questioning Potential Health Risks of Micro- and Nanoplastics with a Focus on Their Ingestion and Potential Carcinogenicity. *Exposure and Health*, 15(1), 33–51. <https://doi.org/10.1007/S12403-022-00470-8>
- Khanal, A. (2022). Survey on usage of single use plastic bags in Nepal. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1057(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1057/1/012008>

Genetska analiza slovenskih lokalnih genotipov jablane (*Malus x domestica* Borkh.)

Kristina Gostinčar^{1,*}, Gregor Osterc¹, Nataša Štajner¹, Zlata Luthar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* kristina.gostincar@bf.uni-lj.si

Uvod

Jablana (*Malus x domestica* Borkh.) je ena izmed pomembnejših sadnih vrst zmernega podnebne pasu, kakor tudi vodilna sadna vrsta, ki se jo prideluje v Sloveniji. Domestikacija jablane, pri kateri je prišlo do križanja več različnih vrst iz rodu *Malus*, se odraža v prisotnosti več tisočih sortah po svetu. Vendar pa se je v zadnjih desetletjih pridelava omejila zgolj na manjše število sort kot so 'Idared', 'Gala', 'Zlati delišes', 'Rdeči delišes', 'Jonagold', 'Granny Smith' in 'Elstar', tradicionalne in lokalne dobro prilagojene sorte pa so izgubile gospodarski pomen za pridelavo in posledično je prišlo do zmanjšane genetske pestrosti v sadovnjakih (Laurens idr., 2012). Z zavedanjem pomembnosti genskih virov so se oblikovali programi genskih bank, ki vključujejo kolekcijske nasade s tradicionalnimi sortami in njihovimi divjimi sorodniki, značilnimi za določeno lokalno območje. Informacije o posameznih genskih virih postajajo vse pomembnejše za njihovo dolgoročno ohranjanje in trajnostno rabo. Zaradi genetske heterogenosti, lokalne in tradicionalne sorte predstavljajo pomemben vir za željene pomološke lastnosti in vir odpornosti za biotski in abiotski stres. Posledično njihov opis lastnosti lahko pomaga žlahtniteljskim programom pri pridobivanju novih sort, ki so prilagojene željam potrošnikov, pridelovalcev in izzivom, ki jih prinašajo klimatske spremembe (Migicovsky idr., 2021).

Material in metode

V genotipizacijo so bili vključeni genski viri jablane, ki so del genske banke Biotehniške fakultete v Kartuzjanskem samostanu Pleterje in del kolekcijskega nasada v regionalnem parku Kozjansko. Poleg tega je bilo vključenih še 8 referenčnih sort, ki jih priporoča Evropski kooperativni program za rastlinske genske vire (European Cooperative Programme for Plant Genetic Resources – ECPGR) delovna skupina *Malus/Pyrus*. Po izolaciji DNA z metodo CTAB je bila genomska DNA analizirana s setom 15 mikrosatelitnih markerjev, ki so prav tako priporočeni v sklopu ECPGR delovne skupine za *Malus/Pyrus* (Urrestarazu idr., 2016). Izvedene so bile PCR reakcije, DNA amplifikacijski produkti so bili ločeni s kapilarno

elektroforezo ABI 3130XL, velikost SSR pomnoženih fragmentov pa je bila določena s pomočjo programa GeneMapper 5. Analiza genetske sorodnosti in osnovne statistične analize genotipov so bile narejene s pomočjo primerjalne analize v programu CERVUS, Darwin, SPAGeDi in STRUCTURE. Ploidnost genskih virov je bila določena s pretočnim citometrom CyPloidy Analyzer (Sismex, Nemčija) v DAPI pufru, kot interni standard za ploidnost se je uporabila diploidna sorta 'Topaz.

Rezultati in razprava

V tej študiji so bili s setom 15 mikrosatelitnih markerjev prvič genotipsko analizirani genski viri jablane v Sloveniji. Vsi uporabljeni markerji so bili polimorfni s povprečno vrednostjo 15,2 alelov na lokus. Povprečna dejanska heterozigotnost (H_o) je bila 0,86, pričakovana heterozigotnost (H_e) je imela povprečno vrednost 0,83, kar odraža veliko genetsko pestrost v populaciji. Genetska pestrost genskih virov v Sloveniji sovпада z rezultati drugih evropskih držav kot so Nizozemska, Španija, Francija in Portugalska (Lassois idr., 2016; Pereira-Lorenzo idr., 2018; Urrestarazu idr., 2018; van Treuren idr., 2010). Slovenski genski viri jablane so se razdelili v štiri večje skupine, ki so si genetsko znotraj skupine bolj podobne, kot so si genotipi med skupinami. Dve večji skupini vključujeta lokalne sorte (Zelenec, Gorenska voščenska, Vivanka, Karla, Dolenjska voščenska, Goriška sevka, Paplerjev bobovec, Velika vahna), tradicionalno gojene sorte pri nas pa so prisotne v vseh štirih skupinah (Carjevič, Krivopecelj, Jonatan, Melrose, Ontario, Bobovec, Rdeči delišes). S pretočno citometrijo smo potrdili prisotnost 46 triploidnih genotipov, kar predstavlja 25 % vseh analiziranih genetskih virov. Triploidni genotipi imajo veliko prisotnost v kolekcijskih nasadih starih sort, saj imajo značilno večje plodove, ki so jih pridelovalci v preteklosti odbirali (Lassois idr., 2016).

Viri

- Lassois, L., Denance, C., Ravon, E., Guyader, A., Guisnel, R., Hibrand-Saint-Oyant, L.,...Durel, C. E. (2016). Genetic Diversity, Population Structure, Parentage Analysis, and Construction of Core Collections in the French Apple Germplasm Based on SSR Markers. *Plant Molecular Biology Reporter*, 34(4), 827-844. <https://doi.org/10.1007/s11105-015-0966-7>
- Laurens, F., Aranzana, M., Bassi, D., Bonany, J., Corelli, L., Durel, C.-E.,...Van de Weg, E. (2012). Review of fruit genetics and breeding programmes and a new European initiative to increase fruit breeding efficiency. *Acta Horticulturae*, 929. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2012.929.12>
- Migicovsky, Z., Gardner, K. M., Richards, C., Chao, C. T., Schwaninger, H. R., Fazio, G.,...Myles, S. (2021). Genomic consequences of apple improvement. *Horticulture Research*, 8(1), Article 9. <https://doi.org/10.1038/s41438-020-00441-7>

- Pereira-Lorenzo, S., Ramos-Cabrera, A., Ferreira, V., Díaz-Hernández, M., Carnide, V., Pinto-Carnide, O.,...Castro, I. (2018). Genetic diversity and core collection of *Malus x domestica* in northwestern Spain, Portugal and the Canary Islands by SSRs. *SCIENTIA HORTICULTURAE*, 240, 49-56. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.05.053>
- Urrestarazu, J., Denance, C., Ravon, E., Guyader, A., Guisnel, R., Feugey, L.,...Durel, C. E. (2016). Analysis of the genetic diversity and structure across a wide range of germplasm reveals prominent gene flow in apple at the European level. *Bmc Plant Biology*, 16, Article 130. <https://doi.org/10.1186/s12870-016-0818-0>
- Urrestarazu, J., Errea, P., Miranda, C., Santesteban, L., & Pina, A. (2018). Genetic diversity of Spanish *Prunus domestica* L. germplasm reveals a complex genetic structure underlying. *PLOS ONE*, 13(4), Article e0195591. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195591>
- van Treuren, R., Kemp, H., Ernsting, G., Jongejans, B., Houtman, H., & Visser, L. (2010). Microsatellite genotyping of apple (*Malus x domestica* Borkh.) genetic resources in the Netherlands: application in collection management and variety identification. *Genetic Resources and Crop Evolution*, 57(6), 853-865. <https://doi.org/10.1007/s10722-009-9525-0>

Development of a 3D Bioprinted Ovarian Cancer Model for Drug Testing

Vesna Kokondoska Grgič^{1,2,*}, Gaber Kobal², Aleksandar Janev⁴, Tamara Dokmanović³, Ivana Jovčevska³

¹ Kemomed d.o.o.; Research and Development, Ljubljana Črnuče, Slovenia

² Institute of Biochemistry and Molecular Genetics, Faculty of Medicine, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia

³ Laboratory for translational molecular endocrinology, Institute of Biochemistry and Molecular Genetics, Faculty of Medicine, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia

⁴ Institute of Cell Biology, Faculty of Medicine, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia

* vesna.kokondoska@gmail.com

Introduction

Ovarian cancer is among the most aggressive gynecological malignancies, necessitating advanced *in vitro* models that accurately replicate the tumor microenvironment. This study presents a 3D bioprinted ovarian cancer model designed to enhance drug testing by closely mimicking physiological conditions. The model was fabricated using the BIO X™ 3D bioprinter (Cellink) with a bioink composed of ovarian cancer cell lines (Ovsaho and Kuramochi) embedded in GelMA (Cellink), structured in a 96-well plate for high-throughput screening.

Material and Methods

The bioprinted constructs were evaluated for cell viability and proliferation using Live/Dead imaging assays. Morphological assessment included spheroid size measurements to monitor structural integrity and cellular organization. Histological analysis with hematoxylin and eosin (H&E) staining was performed to examine cellular distribution and tissue architecture.

Results and Conclusions

The study successfully established a reproducible 3D bioprinted ovarian cancer model with tunable properties. This platform offers a physiologically relevant system for drug response evaluation, potentially improving the accuracy of preclinical ovarian cancer drug screening. Future applications include personalized medicine and combination therapy testing.

Asociacijska študija celotnega genoma hmelja (*Humulus lupulus* L.) za odpornost proti glivi *Verticillium nonalfalfae*

Lucija Luskar^{1,*}, Martin Waldinger², Nicholi Pitra³, Alexander Feiner², Sebastjan Radišek¹, Jernej Jakše⁴, Andreja Čerenak¹

¹ Inštitut za hmeljarstvo in pivovarstvo Slovenije, Oddelek za rastline tla in okolje, Žalec, Slovenija;

² Hopsteiner, Simon H. Steiner, Mainburg, Germany

³ Hopsteiner, S.S. Steiner, New York, ZDA

⁴ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* lucija.luskar@ihps.si

Uvod

Žlahtnjenje hmelja (*Humulus lupulus* L.) je usmerjeno tako v izboljšanje pivovarskih kot tudi agronomskih lastnosti, med katerimi najbolj izstopajo odpornosti na bolezni, predvsem na hmeljevo peronosporo (*Pseudoperonospora humuli*), hmeljevo pepelovko (*Podosphaera macularis*), verticilijsko uvelost hmelja (*Verticillium nonalfalfae* in *V. dahliae*) in zadnja leta tudi na hudo viroidno zakrnelost hmelja, ki jo povzroča viroid razpokanosti skorje agrumov (citrus bark cracking viroid; CBCVd). Verticilijska uvelost hmelja je bolezen, ki se odraža v interakciji med fitopatogenimi glivami iz vrst *V. dahliae* in *V. nonalfalfae* in občutljivimi kultivarji hmelja. *V. nonalfalfae* je tipična talna hemibiotrofna gliva, ki lahko prezimi v tleh, na obolelih rastlinah in v koreninah kot trajni micelij. Hife ali konidiji najdejo pot v prevodni sistem skozi zdrave ali poškodovane mlade korenine. Po naselitvi korenin micelij nadaljuje pot po prevodnem sistemu, kjer se začne močno razmnoževati in tvoriti konidije, ki se s sokom prenašajo po rastlini. Ker je hmelj trajnica, lahko *V. nonalfalfae* s širjenjem povzroči popolno uničenje nasada. Žlahtnjenje hmelja je predvsem zaradi osnovnih lastnosti hmelja (dvodomnost, heterogenost, dolgo juvenilno obdobje) dolgotrajen postopek. Z željo po pohitritvi žlahtniteljskega procesa želimo s tehnikami visoko-zmogljivega sekvenciranja proučiti genetsko ozadje interakcije med rastlino in glivo in ga povezati s pridobljenimi fenotipskimi rezultati.

Material in metode

Odpornost oz. občutljivost smo preučevali pri družini križanja med odporno sorto Wye Target in občutljivim genotipom BL 2/1. S pripravljenim inokulumom letalnega patotipa *V.*

nonalfalfae smo okužili 120 križancev (12 klonov vsakega križanca). Po pojavu simptomov smo v tedenskih intervalih določali bolezenski indeks DSI (angl. disease severity index) z ocenami od 0 do 5 na podlagi lestvice za ocenjevanje pojava bolezenskih znamenj na listih (0 = ni pojava bolezenskih znamenj, 5=81–100 % listne površine kaže bolezenska znamenja). Za vzpostavitev povezave med fenotipom in genotipom je bila za odkrivanje različic izvedena asociacijska študija na ravni celotnega genoma (GWAS) z uporabo pristopa genotipizacije po zaporedju (GBS). Iskanje variant je bilo izvedeno z orodjem GATK (Genome Analysis Toolkit), analize PCA (Principal Component Analysis), sorodstva in mešanega linearnega modeliranja (MLM) pa so bile izvedene v programu Tassel 5. Za modelno napoved fenotipa smo uporabili program »ranger« v programskem jeziku R.

Rezultati in razprava

Največ križancev ima DSI oceno 1 (36), kar pomeni 1-20 % površine listov s simptomi. Največja frekvenca genotipov pri oceni 0 in 1 lahko nakazuje na dedovanje več dominantnih alelov odpornosti. Za povezovalno študijo na asociacijsko študijo smo uporabili dve genomski datoteki, ki smo jih filtrirali tako da sta vsebovali približno ~ 27 tisoč in 36 tisoč pozicij posameznih nukleotidnih variant (angl. single nucleotide polymorphism, SNP). Povprečna razdalja med SNP je ~ 95 kbp za prvo datoteko in ~ 68 kbp za drugo datoteko. Po analizi MLM smo našli več posameznih regij na različnih kromosomih, ki so statistično povezane z oceno odpornost oz. občutljivosti. Pri obeh genomskih datotekah najbolj izstopa regija na koncu kromosoma 1, ki se nahaja v bližini genov WAK2, s celično steno povezane kinaze 2, ki lahko imajo signalno vlogo pri odzivu na *V. nonalfalfae*. Na podlagi 1000 SNP pozicij, ki imajo po analizi MLM najmanjše p-vrednosti smo naredili model na podlagi metode naključnih gozdov (ang. random forest) in uspeli narediti napoved fenotipa z 88 % korelacijo. S testiranjem napovedi še z drugimi modeli bomo primerjali natančnosti le teh in jih uporabili na naboru žlahtniteljskih genotipov.

Kondenzirani tanini v semenih tatarske ajde in izbranih poljščinah

Katja Mlinarič^{1,*}, Zlata Luthar¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* katjamlinaric@hotmail.com

Uvod

Tanini so polifenolne spojine, produkti sekundarnega metabolizma in so bistveni pri določanju senzoričnih lastnosti in hranilne vrednosti živil rastlinskega izvora. Glede na kemijsko strukturo in lastnosti so razvrščeni v štiri skupine: hidrolizirani, kondenzirani, kompleksni in psevdotanini. V semenih tatarske ajde je največ kondenziranih taninov in čeprav imajo znatne koristi za zdravje, lahko visoke ravni taninov povzročijo grenkobo in trpkost kar negativno vpliva na uživanje. Kondenzirani tanini ali proantocianidini so oligomerni ali polimerni flavonoidi, ki vsebujejo flavan-3-olne enote (Amarowicz in Pegg, 2024). Večje vsebnosti kondenziranih taninov so prehransko nezaželene, ker obarjajo beljakovine, zavirajo delovanje prebavnih encimov in lahko tudi vplivajo na absorpcijo vitaminov in mineralov. Odlikujejo jih tudi številne pozitivne lastnosti, predvsem antioksidativne, protivnetne in antinutrientne, ki preprečujejo nastanek srčno-žilnih bolezni, raka, osteoporoze, diabetesa ter absorbirajočih nizkomolekularnih spojin in presnovkov iz kolonske fermentacije, ki imajo lahko negativne sistemske učinke na različne organe (Cosme idr., 2025). Analizo taninov v semenih genskih virov tatarske ajde in izbranih poljščinah smo izvedli z vanilin-HCl metodo, ki se uporablja za kvantitativno določanje kondenziranih taninov (Muchuweti idr., 2005). Namen raziskave je bil določiti vpliv genotipa in okolja na vsebnost taninov.

Material in metode

Vsebnost kondenziranih taninov je bila določena z vanilin-HCl metodo v semenih 22 slovenskih in 2 nepalskih genskih virov tatarske ajde, pridelanih v dveh zaporednih letih. Kot primerjalni standard so bila analizirana še semena 9 poljščin (pšenica, pira, ječmen, oves, rž, koruza, proso, sirek in konoplja). Semena v treh ponovitvah smo zmleli z laboratorijskim mlinom (Waring 32BL79) in stehali po 400 mg vzorca ter dodali 10 ml 96 % metanola, ekstrakcija je potekala 15 min. v ultrazvočni kopeli (Iskra) pri 32 °C. Po ekstrakciji smo vzorce centrifugirali 10 min. pri 4000 obratih/min. Nato smo od vsake ponovitve odpipetirali 5 ml supernatanta v čiste centrifugirke in s tem zaustavili nadaljnjo ekstrakcijo. Od supernatanta smo po 50 µl odpipetirali v mikrotitersko ploščo ter dodali ustrezne reagentne. Vsakemu vzorcu smo

pripravili še slepo probo, da se odšteje morebitno reakcijo med HCl in ostalimi sestavinami v ekstraktu. Mikrotitersko ploščo z vzorci smo inkubirali 15 min. v temi pri sobni temperaturi in izmeri absorbanco pri 500 nm. Na podlagi standardne katehinske krivulje smo vsebnost ekvivalentov katehina oz. taninov izračunali po formuli in izrazili v mg taninov/1 g suhe snovi vzorca. Podatki analiz so bili statistično obdelani z analizo variance in značilne razlike izračunane z Duncan-ovim tetom mnogoterih primerjav pri $p \leq 0,05$.

Rezultati in razprava

Med genski viri tatarske ajde ne glede na leto pridelave obstajajo statistično značilne razlike v vsebnosti taninov. V 1. pridelovalnem letu je bila določena najmanjša vsebnost 0,88 in največja 1,60 mg/1 g s.s. in v 2. pridelovalnem obdobju je bila najmanjša vsebnost 0,62 in največja 1,70 mg/1 g s.s. Med obema letoma nismo zasledili, da bi se določen genski vir pojavil v isti homogeni skupini, ampak so se med obema letoma razvrščali v različne homogene skupine. To nam potrjuje, da je sinteza taninov, kot produktov sekundarnega metabolizma zelo odvisna od vplivov okolja in v manjši meri od genotipa. Od izbranih devetih poljščin pri petih (pšenica, ječmen, oves, rž, proso) nismo potrdili prisotnosti taninov, pri ostalih je odstopal serek z vsebnostjo 2,1 mg/1 g s.s. Avtorji Shallan idr. (2014) navajajo, da ajda v primerjavi s pšenico vsebuje 1,77-krat več taninov in da je vsebnost skupnih antioksidantov pri ajdi 2-krat večja kot pri pšenici ter 5-krat večja v vsebnosti skupnih polifenolov. Na podlagi dobljenih rezultatov lahko zaključimo, da semena tatarske ajde vsebujejo zadovoljive količine taninov v primerjavi z ostalimi poljščinami. Velike količine taninov, glede na njihove lastnosti niso zaželeni, ker lahko negativno vplivajo na človeški metabolizem.

Viri

- Amarowicz, R., Pegg, R.B. (2024). Condensed tannins-Their content in plant foods, changes during processing, antioxidant and biological activities. *Advances in Food and Nutrition Research*, 110(1), 327-398. <https://doi.org/10.1016/bs.afnr.2024.03.001>
- Cosme, F., Aires, A., Pinto, T., Oliveira, I., Vilela A., Gonçalves, B. (2025). A comprehensive review of bioactive tannins in foods and beverages: functional properties, health benefits, and sensory qualities. *Molecules*, 30, 800. <https://doi.org/10.3390/molecules30040800>
- Muchuweti, M., Ndhkala, A., Kasiyamhuru, A. (2005). Estimation of the degree of polymerization of condensed tannins of some wild fruits of Zimbabwe (Uapaca kirkiana in Ziziphus mauritiana) using the modified vanillin-HCl method. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85, 1647-1650. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2163>
- Shallan, M.M.A.A., Fayed, S.S.A.K., Gazzar, M.M.S. (2014). Protective effects of wheat bran and buckwheat hull extracts against hypercholesterolemia in male rats. *International Journal of Advanced Research*, 4, 724-736

Knowledge Management in Agriculture: A Scoping Review

Vesna Alič^{1,*}

¹ Zavod ZRKP, zavod za razvoj kmetijstva in podjetništva, Slovenia (Zavod ZRKP, Institute for the Development of Agriculture and Entrepreneurship)

* vesna.alic@zavodzrkp.si

Introduction

Knowledge is fundamental to value creation in organizations (Alavi & Leidner, 2001; Drucker, 1993; Nonaka, 1998), undergoing continuous cycles of development and evolution. While knowledge accessibility is vast, effective knowledge management (KM) is paramount for leveraging its potential to benefit businesses, including agricultural holdings, and society in general. The KM concept is widely explored in business management literature. However, this scoping review focuses specifically on current trends in knowledge management within the agricultural sector. Our aim is to investigate if and how KM is applied on agricultural holdings. To address this, we present a preliminary overview of the existing scope of knowledge management research in agriculture, providing initial insights into its application and potential impact on farms and within the food system.

Material and Methods

The scoping review investigated knowledge management in agriculture. A systematic literature selection plan was developed, guided by the PICO framework used to formulate research question by breaking it into Population / Problem, Intervention, Comparison, and Outcome. (P=Agriculture/Farmers, I=KM in organizations, C=KM components/processes, O=KM outcomes). The Web of Science database was searched in April 2025 using the string: “TS=((farm* OR agric*) AND ("knowledge management"))”. Applying criteria (articles, English, 2020-2025, management/economics/business), 19 relevant articles were identified from an initial 22. Initial screening assessed general KM relevance and PICO alignment. Articles were then summarized into structured findings. Methodologically, Google Gemini 2.0 Flash aided in planning and language, Google Deep Research (Notebook LM) facilitated in-depth study, and Zotero managed references.

Results and Conclusions

Studies demonstrate the significant role of KM in agriculture, highlighting its importance for fostering resilience, innovation, and sustainability, while addressing challenges and promoting outcomes. Regarding population studies examined smallholder and family farmers, agricultural organizations, and the agribusiness supply chain across various regions. Regarding intervention research explored KM's role in food security via indigenous KM, absorptive capacity through technology-oriented KM, KM in general and innovation, knowledge transfer's impact on digital transformation, and drought crisis management. Regarding content key themes include stakeholder heterogeneity, informality, and indigenous knowledge affecting KM processes. Studies found indigenous knowledge distribution and conversion crucial for food security. Technology-oriented KM precedes absorptive capacity. Stakeholder empowerment, knowledge transfer, and local knowledge exchange enable transformative social innovation. Socialization directly influences digital transformation. Family farms experience simultaneous knowledge sharing and hiding influenced by stewardship. Regarding outcome indigenous knowledge positively impacts food security. KM fosters innovation and enhances absorptive capacity. Socialization supports digital transformation. Effective KM aids drought crisis management. Low awareness hinders beneficial practices adoption. Farmers supplying firms adopt KM more intensely. The review emphasizes the necessity of further research of context-specific and theoretically grounded KM approaches, including the integration of indigenous knowledge and technology, while acknowledging barriers to effective knowledge management and transfer in agriculture.

References

- Alavi, M., & Leidner, D. E. (2001). Review: Knowledge Management and Knowledge Management Systems: Conceptual Foundations and Research Issues. *MIS Quarterly*, 25(1), Article 1. <https://doi.org/10.2307/3250961>
- Drucker, P. F. (1993). The rise of the knowledge society. *The Wilson Quarterly*, 17(2), 52–72.
- Nonaka, I. (1998). The Knowledge-Creating Company. In *The Economic Impact of Knowledge* (pp. 175–187). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-7506-7009-8.50016-1>

Poznavanje in odnos do herpetofavne v kmetijski krajini

Katja Konc^{1,*}, Živa Alif¹, Tanja Šumrada¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana, Slovenija

* katja.konc@bf.uni-lj.si

Uvod

V EU še vedno zaznavamo upad dvoživk in plazilcev, saj upada kar 30 % populacij prvih in 20 % populacij drugih. Čeprav obstaja še vedno veliko vrzeli v znanju o njihovem stanju, je bilo ugotovljeno, da kmetijstvo prek spremembe in intenzifikacije rabe zemljišč, osuševanja, rabe FFS in drugih dejavnosti predstavlja ključni pritisk za ti dve skupini. Herpetofavna se sooča tudi s številnimi drugimi grožnjami, kot so promet, urbanizacija, krivolov in preprodaja vrst, invazivne tujerodne vrste, spreminjanje vodnih režimov in podnebne spremembe (Evropska agencija za okolje, 2020). Varstveni problem predstavljajo tudi negativna stališča do teh živali, ki nastajajo zaradi pomanjkanja znanja, mitov in ljudskega izročila (Ceriaco, 2012). Kmetijstvo lahko podpira ohranjanje teh vrst z naravi prijaznimi praksami, pri čemer igrajo kmetje ključno vlogo (Pe'er idr., 2014). Namen raziskave je spoznati, kakšno znanje in stališča imajo kmetje do izbranih vrst dvoživk in plazilcev v Sloveniji.

Material in metode

Raziskavo smo izvedli med aprilom in junijem 2024, sodelovalo pa je 231 kmetov iz območja Pomurja in enako število iz osrednje Slovenije (skupaj 462). Podatke smo zbirali s pomočjo strukturiranega vprašalnika, sestavljenega iz več delov. V prvem delu so bili predstavljeni namen raziskave in etični vidiki. V drugem delu smo ocenjevali poznavanje in naklonjenost udeležencev do izbranih vrst dvoživk in plazilcev z uporabo slik živali in ocenjevanja, kako se počutijo, ko srečajo omenjeno vrsto, na sedemstopenjski Likertovi lestvici (1 pomeni skrajno neprijetno, 7 skrajno prijetno). Vprašanja o ekološkem znanju in odnosu so bila prilagojena glede na raziskavi Ríos-Orjuela idr. (2020) in Ghosh in Basu (2022). V nadaljevanju so kmetje poročali o izvajanju 12 naravi prijaznih praks ter motivacijah, zakaj te prakse trenutno izvajajo, na podlagi teorije samodoločenosti. V zadnji del smo vključili konstrukt za oceno povezanosti z naravo (Mayer in Frantz, 2004) in socio-ekonomska vprašanja o anketirancih in njihovih kmetijah.

Rezultati in razprava

Kmetje najboljše prepoznajo pogoste vrste, kot sta rjava žaba (88 %) in slepec (88 %), ter izrazito prepoznavne vrste, kot sta modras (88 %) in močerad (86 %). Najpogostejše napačno prepoznani vrsti sta hribski urh (75 % ga je zamenjalo za krastačo) ter smokulja, ki so jo v 71 % primerov zamenjali za gada. Pozidno kuščarico so pogosto zamenjali za martinčka, kar je verjetno povezano z napačno rabo izraza »martinček« za vse vrste kuščarjev v Sloveniji. Do dvoživk in kuščarjev imajo kmetje večinoma nevtralna do rahlo pozitivna čustva (povprečne ocene med 4 in 5), medtem ko sta smokulja (2,7) in modras (2,3) občutno slabše sprejeta. Ob slepcu, ki ga izmed vseh živali najbolj prepoznavajo (88 %), imajo razmeroma nevtralne občutke (4,1), kar nakazuje, da razumejo, da ni nevaren. Zavedanje o vplivih kmetijstva na herpetofavno je visoko: 88 % anketirancev prepozna, da pesticidi imajo vpliv na te živali, 73 % pa ocenjuje, da se njihova številčnost v lokalnem okolju zmanjšuje. Po drugi strani pa splošno znanje o biologiji in ekologiji vrst ostaja pomanjkljivo – napačne predstave so pogoste pri razmnoževanju, prehrani, habitatih in vplivu rib v mlakah. Rezultati nakazujejo potrebo po dodatnem ozaveščanju o biologiji in ekologiji dvoživk in plazilcev.

Viri

- Ceríaco L. M. 2012. Human attitudes towards herpetofauna: The influence of folklore and negative values on the conservation of amphibians and reptiles in Portugal. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 8, 1: 8, <https://doi.org/10.1186/1746-4269-8-8>
- European Environment Agency. 2020. State of nature in the EU.: 142, (22. 7. 2024)Luxembourg, Publications Office of the European Union, <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-nature-in-the-eu-2020>
- Ghosh D., Basu P. 2022. Collation of Indigenous and Local Knowledge as Evidence Base for Herpetofauna Conservation Outside Protected Areas: Case Study from an Agricultural Landscape in Eastern India. *Proceedings of the Zoological Society*, 75, 2: 161–172, <https://doi.org/10.1007/s12595-021-00386-2>
- Mayer F. S., Frantz C. M. 2004. The connectedness to nature scale: A measure of individuals' feeling in community with nature. *Journal of Environmental Psychology*, 24, 4: 503–515, <https://doi.org/10.1016/j.jenvp.2004.10.001>
- Pe'er G., Dicks L. V., Visconti P., Arlettaz R., Báldi A., Benton T. G., Collins S., Dieterich M., Gregory R. D., Hartig F., Henle K., Hobson P. R., Kleijn D., Neumann R. K., Robijns T., Schmidt J., Shwartz A., Sutherland W. J., Turbé A., Wulf F., Scott A. V. 2014. EU agricultural reform fails on biodiversity. *Science*, 344, 6188: 1090–1092, <https://doi.org/10.1126/science.1253425>
- Ríos-Orjuela J. C., Falcón-Espitia N., Arias-Escobar A., Espejo-Urbe M. J., Chamorro-Vargas C. T. 2020. Knowledge and interactions of the local community with the herpetofauna in the forest reserve of Quinini

(Tibacuy-Cundinamarca, Colombia). Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine, 16, 1: 17,
<https://doi.org/10.1186/s13002-020-00370-8>

Spremembe javnopolitičnih ukrepov v luči poslovnega organiziranja zasebnih lastnikov gozdov v Sloveniji

Zala Uhan^{1,*}, Špela Pezdevšek Malovrh¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, Slovenija

* zala.uhan@bf.uni-lj.si

Uvod

V zadnjih tridesetih letih je v lastništvu gozdov v Sloveniji prišlo do velikih sprememb, saj so bili gozdovi v obdobju po II. Svetovni vojni podržavljeni, kasneje pa vrnjeni prvotnim lastnikom gozdov v postopku denacionalizacije. S tem smo v Sloveniji dobili veliko število novih lastnikov gozdov, ki niso imeli izkušenj z gospodarjenjem z gozdovi, njihova gozdna posest pa je majhna in razdrobljena. Trenutno je v zasebni lasti kar 77 % gozdov, ki so v lasti 424.086 lastnikov in solastnikov gozdov, povprečna gozdna posest pa je velika 3,1 ha (ZGS, 2024). Spremenjene politične, družbene in ekonomske razmere v zadnjih desetletjih so vplivale in še vedno vplivajo na spremenjen odnos zasebnih lastnikov do gozda in gospodarjenja z gozdovi. Vse to je pripeljalo do neučinkovitega gospodarjenja z zasebnimi gozdovi, ki se kaže v nizki stopnji realizacije načrtovanega poseka in nizki stopnji izvedenih gozdnogojitvenih del. Z gozdom in gozdarstvom povezane politike v Sloveniji ta problem prepoznavajo in predlagajo rešitve v obliki javnopolitičnih ukrepov, med njimi pa kot ključen ukrep prepoznavajo tudi interesno povezovanje in poslovno organiziranje zasebnih lastnikov gozdov. Kljub temu, da je politika prepoznala interesno povezovanje in poslovno organiziranje zasebnih lastnikov gozdov, kot ustrezen rešitev problema neučinkovitega gospodarjenja z zasebnimi gozdovi, pa je delež organiziranih zasebnih lastnikov gozdov v Sloveniji izredno nizek (OP NGP 2022-2026, 2022).

Material in metode

Z namenom, da identificiramo spremembe v javnopolitičnih ukrepih povezane s poslovnim organiziranjem zasebnih lastnikov gozdov v slovenski gozdni politiki in ugotovimo ali so se ti odzivali na zunanje dejavnike (politične, ekonomske in družbene) smo s pomočjo Koncepta zagovorniških koalicij (ang. *Advocacy Coalition Framework*) analizirali strateške in zakonodajne dokumente. V analizo so bili vključeni z gozdom in gozdarstvom povezani strateški dokumenti in zakonodaja v časovnem obdobju od leta 1993, ko je bil sprejet prvi

Zakon o gozdovih, do 2024. Strateške dokumente in zakonodajo smo analizirali v treh časovnih obdobjih, in sicer: 1993-2006, 2007-2013 in 2014-2024.

Rezultati in razprava

Poslovno organiziranje zasebnih lastnikov gozdov je v gozdni politiki prepoznano že v prvem analiziranem obdobju (1993-2006), ko je gozdna politika z namenom učinkovitejšega in bolj ekonomičnega gospodarjenja z gozdovi na razdrobljeni gozdni posesti spodbujala poslovno povezovanje zasebnih lastnikov gozdov v zadrugah in drugih oblikah povezovanja (organizacijske oblike niso navedene). Poleg tega je gozdna politika v prvem analiziranem obdobju spodbujala tudi prostovoljno povezovanje individualnih ponudnikov gozdnih lesnih sortimentov za uspešno delovanje trga gozdnih lesnih sortimentov in strojne krožke za učinkovitejšo uporabo gozdarske mehanizacije ter opreme, delovne sile in drugih proizvodnih zmogljivosti. Od leta 2002 so za začetek dejavnosti združenj lastnikov gozdov, nastalih na podlagi pogodbe ali zakona zagotovljena sredstva v proračunu. V drugem analiziranem obdobju (2007-2013) je gozdna politika še naprej spodbujala organiziranje zasebnih lastnikov gozdov v strojnih krožkih, spodbujala pa je tudi kapitalsko povezovanje lastnikov gozdov za pridobivanje in predelavo lesa. V tretjem analiziranem obdobju (2014-2024) je gozdna politika še dodatno spodbujala poslovno sodelovanje zasebnih lastnikov gozdov s ponudniki gozdarskih storitev za namene hitrejše in učinkovitejše sanacije gozdov po naravnih ujmah in skupine proizvajalcev za trženje z namenom spodbujanja sečnje v zasebnih gozdovih. V analiziranih dokumentih smo zaznali, da so se javnopolitični ukrepi povezani s poslovnim organiziranjem zasebnih lastnikov gozdov odzivali na zunanje dejavnike. Kot pomembni so se izkazali politični dejavniki (sprememba političnega režima, proces denacionalizacije in priključitev Evropski uniji), ekonomski dejavniki (manjša odvisnost zasebnih lastnikov gozdov od prihodkov iz gozda in razmere na trgu lesa) in družbeni dejavniki (tradicija dedovanja gozdne posesti, spremenjen odnos zasebnih lastnikov gozdov do gozda, razmere na trgu dela, upad števila prebivalstva na podeželju, podnebne spremembe, naraščajoči pritiski družbe na gozdove). Kljub spremembam v javnopolitičnih ukrepih, ki spodbujajo zasebne lastnike gozdov k poslovnemu organiziranju, obseg in vsebina načrtnega in dejavnejšega spodbujanja zasebnih lastnikov gozdov za skupno gospodarjenje in poslovno organiziranje nista dosegla željenih učinkov. V prihodnje bi bilo potrebno pri pripravi javnopolitičnih ukrepov, ki so namenjeni spodbujanju zasebnih lastnikov gozdov k poslovnemu organiziranju, upoštevati potrebe in želje zasebnih lastnikov ter zagotoviti ustrezno institucionalno okolje, ki bo spodbujalo poslovno organiziranje in potreben obseg sredstev za profesionalno delovanje teh organizacijskih oblik.

Viri

ZGS. (2024). *Poročilo Zavoda za gozdove Slovenije o gozdovih za leto 2023.*
https://www.zgs.si/assets/uploads/files/vsebine/1/7/4/porgozd_za_leto_2023.pdf

MKGP. (2022). *Operativni program za izvajanje Nacionalnega gozdnega programa za obdobje 2022–2026.*
https://www.gov.si/assets/ministrstva/MKGP/PODROCJA/GOZDARSTVO/NGP/OPNGP-2022_2026.pdf

Lastnosti organo-mineralnih rastnih substratov in njihovih komponent na rast ameriških borovnic

Aleks Bordon^{1,*}

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* ab5171@student.uni-lj.si

Uvod

Za optimalen pridelek in optimalno vegetativno rast borovnic je treba rastlinam zagotoviti optimalen pH (4,8 do 5,5) substrata/tal, zračnost substrata, visoko vsebnost organske snovi (7–10 %) in dobro drenažo oz. odcednost. Ustrezajo peščena, peščena ilovnata in ilovnata tla, vendar le če so rahla, zračna, dovolj kislja in če vsebujejo vsaj 5 % organske snovi. V mineralnih tleh naj bi bilo dovolj 5 % organske snovi, v organskih tleh pa nad 30 %. Da je pH ključni dejavnik, ki vpliva na rast borovnic, poročajo številne raziskave. Hkrati ugotavljajo, da borovnice trpijo dolgotrajni stres (npr. kloroza zaradi pomanjkanja železa, zmanjšana fotosinteza), ko rastejo v okoljih z visokim pH. Pri visokem pH se spremeni topnost različnih hranilnih elementov, kar vpliva na njihov privzem in slabšo oz. neuravnoteženo izrabo pri rastlinah. Tako npr. pH tal nad 5,3 povzroča nizko razpoložljivost železa v tleh, poleg tega lahko visoka vsebnost kalcija ali fosforja povzroča klorozo.

Material in metode

Na osnovi podatkov pedološke karte bomo izbrali primerne lokacije kisljih tal, opravili izkop, popis in vzorčenje talnih profilov (brkinski fliš, permkarbonski skrilavi glinavci in peščenjaki, kremenovi peski), ki bodo služili kot vhodni materiali oz. vir mineralne komponente substratov za pridelavo borovnic. Odvzeli bomo porušene vzorce za namen fizikalno kemijskih analiz in jih v laboratoriju pripravili za analize (sušenje, drobljenje, sejanje). Izbrali bomo organske dodatke (kokosova vlakna in lubje) in jih prav tako pripravili za analize.

Rezultati in razprava

Do sedaj smo analizirali 4 različne zemljine in izbrali 3, za končni poskus v loncih z borovnicami (Preglednica 1). Po natančni analizi zemljin se je izkazalo, da smo našli 3 dovolj kisle, vendar po teksturi različne tipe zemljin. To pomeni, da imajo zemljine tudi zelo različne vodo-zadrževalne lastnosti, ki različno vplivajo na delovanje samega substrata.

Preglednica 1: Preliminarni rezultati analize štirih različnih zemljin

	pH v CaCl ₂	Pesek (%)	Organska snov (%)
GRANODIORIT (POHORJE)	4,2	52,1	9,8
BRKINI 1	4,0	26,9	7,2
BRKINI 2	3,9	28,3	7,9
RAŠICA	4,1	14,2	1,6

Stremimo k doseganju dovolj velike odcednosti, saj borovnice nimajo rade substratov, ki pretirano zadržujejo vodo. pH tal je zelo primeren. Rezultatov o vodo-zadrževalnih lastnosti zaenkrat nismo pridobili, vendar so načrtovani v naslednjih korakih raziskave.

Kaj se po obiranju dogaja v plodu oljke?

Tea Burin^{1,*}, Mariana Cecilia Grohar¹, Jerneja Jakopič¹, Metka Hudina¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za agronomijo, Ljubljana, Slovenija

* tea.burin@bf.uni-lj.si

Uvod

Oljka (*Olea europaea* L.) je ena najstarejših gojenih sadnih rastlin in ima pomembno vlogo v sredozemskem prostoru, kjer je cenjena predvsem zaradi pridelave oljčnega olja. Oljčni plodovi so bogat vir fenolnih snovi, ki imajo pomembne antioksidativne, protivnetne in zaščitne učinke, ki blagodejno vplivajo na zdravje ljudi. Zaradi zmanjšane razpoložljivosti delovne sile in naraščajočih stroškov se v zadnjih desetletjih vse bolj uveljavlja strojno obiranje, ki omogoča hitrejšo in učinkovitejšo spravilo pridelka. Mehanske poškodbe, ki pogosto pri tem nastanejo, lahko negativno vplivajo na kakovost plodov.

Čeprav so plodovi po obiranju ločeni od matične rastline, v njih še vedno potekajo številni fiziološki, biokemijski in encimski procesi. Med skladiščenjem tako prihaja do pomembnih sprememb v sestavi in vsebnosti fenolnih spojin, ki pomembno prispevajo h kakovosti in stabilnosti oljčnega olja. Na te procese vplivajo dejavniki, kot so stopnja zrelost plodov pred skladiščenjem ter temperatura in trajanje skladiščenja. Mehanske poškodbe lahko te spremembe še dodatno pospešijo ali okrepijo. Namen raziskave je bil preučiti časovne spremembe v vsebnosti fenolnih spojin po strojnem obiranju in njihov vpliv na kakovost plodov sorte 'Istrska belica'.

Material in metode

Poskus je bil izveden leta 2022 v ekološkem oljčniku nad Izolo na sorti oljk 'Istrska belica'. Plodove smo s pnevmatičnimi grabljicami v tehnološki zrelosti obrali 13. oktobra. Po obiranju smo pet kilogramov plodov shranili v mrežasto vrečko in jih prenesli v laboratorij, kjer smo iz vzorca izbrali 25 naključnih plodov (D0) ter jim izmerili maso in trdoto, kar je predstavljalo začetno stanje pred skladiščenjem. Vrečko s preostalimi plodovi smo nato postavili v zavarovan prostor in iz nje po 3 (D3), 7 (D7), 11 (D11), 16 (D16) in 23 (D23) dneh odvzeli po 25 plodov za vsak termin, katerim smo prav tako izmerili maso in trdoto. Po merjenju smo plodove razkoščičili, tkivo zamrznili s tekočim dušikom in shranili pri -20°C . Za analizo fenolnih spojin smo zamrznjen rastlinski material zmelili v prah, zatehtali 0,5 g vzorca, ga prelili s 7,5 ml 70 % MeOH ter 3 % mravljične kisline in vzorce postavili v ultrazvočno kopel za 30 min. Nato smo

vzorce centrifugirali, supernatant filtrirali skozi 0,2 µm poliamidni filter in analizirali s sistemom HPLC po metodi Burin idr. (2024). Antioksidativni potencial smo določili s pomočjo DPPH metodo prostih radikalov po Okatan idr. (2018).

Rezultati in razprava

Po strojnem obiranju je prišlo do mehanskih poškodb plodov, kar je povzročilo oksidacijo poškodovanih tkiv. Poškodovana mesta so s časoma pričela gniti in se širiti po površini plodu. Čeprav plodovi niso več del rastline, še vedno v njih potekajo respiratorni procesi, kar se odraža v izgubi vode, kar smo zaznali v postopnem zmanjševanju mase plodov (za 20 %). Hkrati je prihajalo tudi do mehčanja plodov (zmanjšanje trdote za 74 %), kar je posledica delovanja encimov, kot so poligalakturonaze in celulaze, ki razgrajujejo celične stene. Plodovi so po 16 dneh skladiščenja začeli postopno kopičiti rdeče pigmente, ki spadajo v skupino antocianinov. Ta pojav je lahko posledica nadaljevanja procesa zorenja ali pa predstavlja obrambni odziv rastline na stresne razmere.

S skladiščenjem se je v plodovih zmanjšal antioksidativni potencial za 11 %, kar kaže na razgradnjo pomembnih fenolnih snovi, vključno z oleuropeinom. Vsebnost oleuropeina, enega glavnih fenolnih snovi v oljkah, se je med skladiščenjem zmanjšala za 30 %, medtem ko so se vsebnosti njegovih razgradnih produktov, kot so demetiloleuropein, oleozid-11-metil ester, elenolna kislina in hidroksitirozol glukozid, postopoma povečevale. Ti procesi kažejo na kompleksne biokemijske spremembe, ki se odvijajo v plodu po obiranju

Viri

- Burin T., Grohar M. C., Jakopic J., Veberic R., Stajner N., Cesar T., Kunej U., Hudina M. (2024). Changes in the anthocyanin pathway related to phenolic compounds and gene expression in skin and pulp of cv. 'Istrska belica' (*Olea europaea* L.) during ripening. *Journal of Plant Physiology*, 303, 154364. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2024.154364>
- Okatan V., Çolak A. M., Güçlü S. F., Gündoğdu M. (2018). The comparison of antioxidant compounds and mineral content in some pomegranate (*Punica granatum* L.) genotypes grown in the east of Turkey. *Acta scientiarum Polonorum*, 17, 201 –211. <https://doi.org/10.24326/asphc.2018.4.18>

Development of a method to measure ethylene release in the early stages of apple fruitlet development

Nika Hillmayr^{1,2,*}, Eva Indihar¹, Anka Čebulj¹, Emil Zlatič², Matej Stopar¹

¹ Agricultural institute of Slovenia, Ljubljana, Slovenia

² University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Food Science and Technology, Ljubljana, Slovenia

* nika.hillmayr@kis.si

Introduction

Chemical thinning is an agricultural practice used to regulate the yield of apple trees and is still a difficult challenge for growers today. Successful crop load management includes sensible reduction of yield to achieve adequate fruit size and quality (Gonzalez et al., 2019). Ethephon (also known as 2-chloroethylphosphonic acid) is a common plant growth bioregulator used for chemical thinning of fruit (Torres et al., 2021) which has promising results in apple (Yuan, 2007) and peach orchards (Torres et al., 2021). Ethephon is also one of the ethylene-releasing molecules. Therefore, the use of ethephon accelerates the formation of endogenous ethylene and leads to fruit drop. Ethylene is one of the plant hormones involved in leaf and fruit abscission (Torres and Asín, 2022). Yuan (2007) aims that there is a positive correlation between fruit ethylene production and fruit abscission induced by ethephon. This was also the aim of our research, which began in 2023.

Material and Methods

In 2023, we attempted to measure ethylene release, due to ethephon (Ethrel, Bayer, Germany) thinning, directly on the 'Gala' apple tree by capturing an entire fruitlet cluster in a 250 mL wide-mouth plastic jar (Sarstedt, Nümbrecht, Germany). The jar had a drilled hole in the plastic lid through which the tree branch was attached so that only the fruitlet cluster was enclosed inside the jar. Surrounding of the hole was sealed with a rubber-based coating (Bison, Rubber seal, Netherlands). Afterwards, in 2024, we tried the measurement on detached fruitlet clusters, as there were problems with the sealing of the jars on the trees and temperature regulation. In both years, fruitlets were incubated for 2 hours. Then a 1 mL air sample for ethylene measurement was taken from the sealed container through the sealed hole in the lid. An Agilent 6890 gas chromatograph (Agilent 154 Technologies, Wilmington, Germany) with a flame

ionisation detector, a CP-CarboBond capillary column at a temperature of 50 °C and a flow rate of 4 mLmin⁻¹ was used to quantify the ethylene concentration.

Results and Conclusions

In 2024, ethylene measurements were carried out, which provided promising results (Fig. 1). Statistically significant differences in ethylene concentrations were found between the samples treated with ethephon and the corresponding controls at the same incubation times. The highest ethylene concentrations were found in samples collected 24 hours after ethephon application. As expected, the ethylene concentration after 24 hours was higher in the sample treated with ethephon than in the sample collected immediately after ethephon treatment. According to the literature (Torres and Asín, 2022), ethylene release is highest approximately 24-48 hours after application. Therefore, we will slightly modify the sampling method in 2025 and take samples 1, 2, 4, 7 and 14 days (or until ethylene is detected) after the application of the thinning agents.

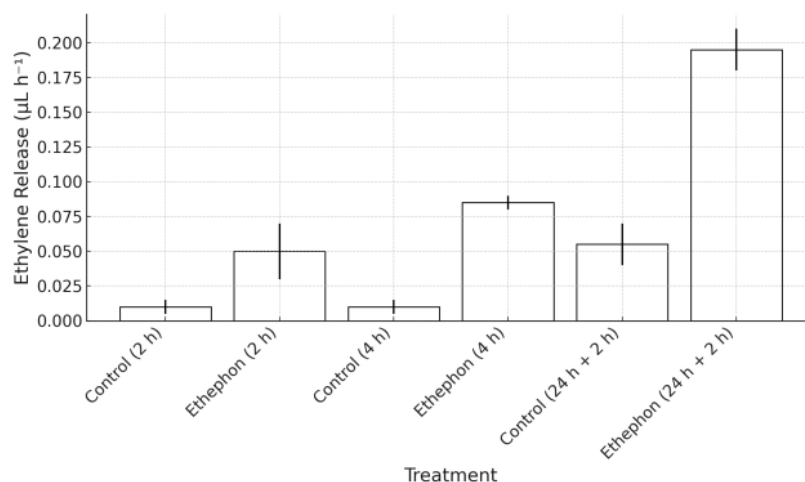


Fig 1: Ethylene release per one fruitlet cluster in response to application of ethephon and untreated control in 'Gala' apple tree.

We will again use plastic jars in which we will place detached fruitlet clusters. As this method already worked well in 2024. We will start sampling 1 day after the application of ethylene and then incubate the samples for two hours. The protocol for the detection of ethylene will remain the same; an Agilent 6890 gas chromatograph will be used. Day/night temperature has been reported to have an effect on fruit abscission in apples (Jones and Koen, 1985), but some studies claim the opposite (Yuan, 2007; Torres and Asín, 2022). For this reason, we will also monitor temperature more closely.

Acknowledgement

The authors would like to thank Roman Mavec for his help and careful care of the trees in the experimental orchard at Brdo pri Lukovici. The authors gratefully acknowledge the financial support of the Slovenian Research Agency within the research program Sustainable Agriculture (P4-0133) and ARIS project (L4-50142).

References

- Gonzalez, L., Torres, E., Carbó, J., Alegre, S., Bonany, J., Àvila, G., Martin, B., Recasens, I., Gonzalez, L., Torres, E., Carbó, J., Alegre, S., Bonany, J., Àvila, G., Martin, B., Recasens, I., & Asin, L. (2019). Effect of different application rates of metatriton as fruitlet chemical thinner on thinning efficacy and fluorescence inhibition in Gala and Fuji apple. *Plant Growth Regulation*, 89(3), 259–271. <https://doi.org/10.1007/s10725-019-00531-0>
- Jones, K.M., & Koen, T.B. (1985). Temperature effects on effects on ethephon thinning of apples. *Journal of Horticultural Sciences*, 60, 21-24. <https://doi.org/10.1080/14620316.1985.11515595>
- Torres, E., & Asín, L. (2022). Physiological study of ethephon- and ACC-induced fruitlet and leaf abscission in peach trees under different conditions of temperature. *Journal of Plant Growth Regulation*, 42(7), 4253–4262. <https://doi.org/10.1007/s00344-022-10888-8>
- Torres, E., Giné-Bordonaba, J., & Asín, L. (2021). Thinning flat peaches with ethephon and its effect on endogenous ethylene production and fruit quality. *Scientia Horticulturae*, 278, 109872. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109872>
- Yuan, R. (2007). Effects of temperature on fruit thinning with ethephon in ‘Golden Delicious’ apples. *Scientia Horticulturae*, 113(1), 8–12. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2007.01.005>

Dejavniki oblikovanja zgradbe intenzivnih kmetijskih krajin v Sloveniji ter smeri njihovega spreminjanja

Tadeja Ažman^{1,*}

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za krajinsko arhitekturo, Ljubljana, Slovenija

* tadeja.azman@bf.uni-lj.si

Uvod

Glede na človekovo dolgotrajno in prostorsko razširjeno rabo zemljišč, večji del zemeljskega površja velja za antropogene krajine. Med dejavnostmi, ki najbolj preoblikujejo in določajo antropogene krajine, prevladuje kmetijstvo, ki neposredno vpliva na 38 % svetovnih kopenskih površin (FAO, 2023), na 38,4 % skupne površine EU (EUROSTAT, 2025) ter na 23 % površine Slovenije (Travnikar idr., 2022). Krajine so se prilagajale spreminjajočim družbenim potrebam z včasih postopnimi, drugič hitrimi reorganizacijami prostora (Antrop, 2005), a številni avtorji se strinjajo, da so hitrost, obseg in razsežnost sprememb krajin v zadnjih 50 do 60 letih največji do sedaj (Farina, 2000; Fresco in Stomph, 1991; Jansen idr., 2009). Obsežne spremembe v antropogenih krajinah so se začele z intenzifikacijo kmetijstva, predvsem po 2. svetovni vojni, ko so se pojavile nove splošne prakse povečevanja produktivnost. Temu so se postopoma pridružili še vplivi družbeno-gospodarskih izzivov, kot so globalizacija, podnebne spremembe, onesnaževanje (Plieninger in Bieling, 2012) ter kriza biotske pestrosti (Koče idr., 2023). Vpliv omenjenih dejavnikov na oblikovanje zgradbe krajin je najbolj izražen na območjih najaktivnejše dejavnosti, zato se bo raziskava osredinila na raziskovanje dinamike zgradbe v intenzivnih kmetijskih krajinah Slovenije. S tipološko klasifikacijo intenzivnih kmetijskih krajin bomo podrobneje razčlenili njihovo obstoječo zgradbo ter napovedali njen razvoj v prihodnosti.

Material in metode

Raziskava je zasnovana v štirih fazah: teoretično ozadje, razvoj metode, analiza in aplikacija. V njih se bo dopolnjevalo tako kabinetno kot terensko delo. Izhodišča raziskovalnega okvira bodo določena v preučitvi teoretičnega ozadja, kjer bomo pregledali že znane ugotovitve o definiciji intenzivne kmetijske krajine, obstoječih tipologijah kmetijskih krajin ter znanih ugotovitvah o spremembah v zgradbi intenzivnih kmetijskih krajin. V drugi fazi bo oblikovana tipologija intenzivnih kmetijskih krajin, za katero bo najprej jasno opredeljen pojem intenzivna

kmetijska krajina ter, na podlagi zbranih in obdelanih podatkov o intenzivni kmetijski produkciji v Slovenij, izbrana merila za njihovo opredeljevanje. Tipološka klasifikacija bo preverjena na terenu z ekspertno oceno. V tretjem delu bodo za nadaljnjo obravnavo izbrana testna območja, v katerih bo izvedena strukturna in morfološka analiza zgradbe intenzivne kmetijske krajine z uporabo GIS orodij. Oblikovan bo nabor sprememb v zgradbi intenzivnih kmetijskih krajin, na podlagi katerih bodo določeni glavni dejavniki vpliva na oblikovanje krajinske zgradbe. V sklepnem koraku bodo na obravnavanih izbranih primerih intenzivne kmetijske krajine preverjene možne smeri razvoja zgradbe za prihodnost.

Rezultati in razprava

Raziskava bo usmerjena v oblikovanje treh orodij za upravljanje predvsem kmetijskih in tudi drugih krajin Slovenije. Kot osnovno izhodišče za evidentiranje krajin bo predstavljena tipologija intenzivnih kmetijskih krajin Slovenije. Razvrščala bo kmetijske površine na podlagi značilnosti krajinske zgradbe in vpliva intenzivne kmetijske prakse na to zgradbo. Tipologija bo zasnovana kot možno orodje za spremljanje sprememb in stanja v krajini. Kot drugo, bosta morfološka in strukturna analiza zgradbe intenzivnih kmetijskih krajin predstavili aktualno stanje slovenskih intenzivnih kmetijskih krajin. Kot tretje, bo na podlagi vzporednega preverjanja kabinetnega raziskovalnega dela s stanjem v prostoru, tipologije intenzivnih kmetijskih krajin in prostorskih analiz razvita napoved sprememb v intenzivni kmetijski krajini za prihodnost. Namen napovedi ni predvidevati prihodnosti, temveč opozoriti na trende v krajinski zgradbi ter bolje razumeti razpon možnih rezultatov, negotovosti in kompromisov med odzivi prostora na vplivne dejavnike. Vse krajine so po svojem principu dinamične v spreminjanju zgradbe, a se narava in hitrost sprememb močno razlikujeta med njimi. To je smiselno nasloviti s prilagojenimi strategijami upravljanja, v katerih je učinkovitost ukrepov potencialno večja, saj odražajo globlje razumevanje zgodovine krajinske dinamike in razvojnih teženj. Glavni namen omenjenih orodij je njihova uporabnost pri zasnovi takih strategij.

Viri

- Antrop, M. (2005). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, 70(1–2), 21–34. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2003.10.002>
- EUROSTAT. (2025). *A Look at European Farms. Agricultural Census Results* (Leaflets and other brochures) [Agriculture, fisheries, and forestry]. Evropska komisija.
- FAO. (ESS). (2023). *Land statistics and indicators 2000–2021. Global, regional and country trends*. (FAOSTAT Analytical Briefs 71). Food and Agriculture Organization of the United Nations. <https://doi.org/10.4060/cc6907en>

- Farina, A. (2000). *Landscape Ecology in Action*. Springer Science+Business Media. <https://link.springer.com/book/10.1007/978-94-011-4082-9>
- Fresco, L. O., & Stomph, T. J. (1991). *Describing Agricultural Land Use*. FAO. <https://edepot.wur.nl/296805>
- Jansen, J., Roche, P. K., & Losvik, M. (2009). Vulnerability and Resilience of Cultural Landscapes. V K. Krzywinski, M. O'Connell, & H. Küster (Ur.), *Cultural Landscapes of Europe* (str. 55–66). Aschenbeck Media.
- Koce, U., Karba, R., Šifkovič, S., Jogan, N., Zakšek, B., Vinko, D., Tratnik, A., Kogovšek, P., Pekolj, A., Žagar, A., Osole, S., Gorenc, T., Muhič Šmuc, P., Kraševac, R., & Lupše, N. (2023). *Podnebne spremembe in izginjanje narave – prepleteni krizi, ki terjata skupne rešitve*. Plan B za Slovenijo, mreža nevladnih organizacij za trajnostni razvoj.
- Plieninger, T., & Bieling, C. (Ur.). (2012). *Resilience and the Cultural Landscape: Understanding and Managing Change in Human-Shaped Environments* (1. izd.). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9781139107778>
- Travnikar, T., Bedrač, M., Bele, S., Brečko, J., Cunder, T., Dvoršak, A. H., Kožar, M., Moljk, B., Verbič, J., & Zagorc, B. (2022). *Slovensko kmetijstvo v številkah*. Kmetijski inštitut Slovenije.

Vpliv plazemske obdelave površine lesa na lepljenje bukovine s poliuretanskim lepilom

Martin Capuder^{1,2}, Neja Bizjak Štrus^{2,*}, Sebastian Dahle², Bogdan Šega², Milan Šernek²

¹ Zavod za gradbeništvo Slovenije, Odsek za lesene konstrukcije, Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Slovenija

* neja.bizjak.strus@bf.uni-lj.si

Uvod

Lepljenje lesa je ključno za izkoriščanje njegovega celotnega potenciala, tudi kot trajnostnega gradbenega materiala za zmanjšanje izpustov CO₂ (Ammann, 2015). V Sloveniji, kjer gozdovi pokrivajo velik del ozemlja, naj bi do leta 2030 vsaka javna zgradba vsebovala vsaj 30 % lesa ali lesnih izdelkov, kar je del strategije za trajnostno gradnjo in zmanjšanje okoljskega vpliva (Uredba o zelenem javnem naročanju, 2017). V lesenih konstrukcijah se v večini primerov uporablja les iglavcev, zlasti smreka in jelka, ki pa sta zaradi podnebnih sprememb vse bolj ogroženi, pri čemer se pojavlja potreba po uvajanju drugih, v preteklosti redkeje oz. neuporabljenih lesnih vrst v gradbeništvo (Škvareninová in Mrekaj, 2022). Bukev, ki se dobro prilagaja spremenjenim podnebnim razmeram, se izkazuje kot obetavna alternativa smreki, zlasti za lesene nosilne elemente. Vendar pa večja nagnjenost bukve k nabrekanju in krčenju ob spremembi vlage predstavlja večje izzive pri lepljenju v primerjavi z običajno uporabljeno smreko, še posebej pri uporabi poliuretanskih lepil, kar omejuje njeno uporabo v nekaterih gradbenih aplikacijah (Bamokina Moanda idr., 2022). Pogost pojav pri bukvi je rdeče obarvanje dela debla (rdeče srce), ki je posledica kemijskih reakcij zaradi mehanskih poškodb (Torelli, 2001). V raziskavi smo raziskovali vpliv plazemske predobdelave navadne in rdeče bukve na lepljenje s poliuretanskim lepilom (Capuder idr., 2024).

Materiali in metode

Za izdelavo lepljencev smo uporabili les navadne bukve (*Fagus sylvatica* L.) brez vidnih napak. Deske smo razžagali na lamele dimenzij 22 × 400 × 115 mm³ in jih 14 dni kondicionirali pri normalnih pogojih. Po kondicioniranju smo lamele skobljali do debeline 20 mm, nato pa polovico plazemsko obdelali, polovica pa je ostala neobdelanih. Plazemska obdelava je v podjetju Rogač potekala s Plasmatrete Openair[®] enoto. Sledilo je lepljenje lamel s konstrukcijskim poliuretanskim lepilom, po navodilih proizvajalca. Zlepili smo 12 štirislajnih

lepljencev, ki so bili 7 dni hranjeni v normalnih pogojih. Iz lepljencev smo izžagali preizkušance za strižni in delaminacijski test. Strižna trdnost lepilnih spojev je bila testirana in ovrednotena v skladu z aneksom D standarda SIST EN 14080:2013, delaminacija pa v skladu s SIST EN 14080:2013, aneks C po režimih impregnacije B in C.

Rezultati in razprava

Testirali smo štiri metode obdelave površine pred lepljenjem in primerjali učinke na dva tipa bukovine: sveže skobljan les, en teden star skobljan les, plazemsko obdelan sveže skobljan les ter plazemsko obdelan en teden star skobljan les. Pri testu strižne trdnosti lepilnih spojev je bukovina z rdečim srcem pokazala večji delež loma po lesu, vendar je bila strižna trdnost teh spojev nižja kot pri navadni bukovini. Plazemska obdelava je zmanjšala kontaktni kot, kar pomeni izboljšano omočitev površine, vendar ni vplivala na kakovost lepljenja s poliuretanskim lepilom. Enotedensko staranje lepilne površine (nepričakovano) ni negativno vplivalo na rezultate strižnega preizkusa in je celo pokazalo boljše rezultate pri delaminaciji, pri čemer je bil vzorec, uporabljen za statistično analizo, manjši kot pri drugih variacijah obdelave površine lesa. Rezultati stopnje delaminacije po postopkih impregnacije B in C se le malenkost razlikujejo, vendar nobena delaminacija ne dosega minimalnih zahtev standarda SIST EN 14080:2013. Glede na to, da plazma koristi pri aplikacijah z vodotopnimi premazi in lepili, bi bilo smiselno poskus ponoviti z melamin urea-formaldehidnim lepilom, kjer bi boljša omočitev verjetno vplivala na (izboljšano) kakovost lepljenja.

Viri in literatura

- Ammann, S. D. (2015). Mechanical performance of glue joints in structural hardwood elements (p. 1 Band) [ETH Zurich; Application/pdf]. <https://doi.org/10.3929/ETHZ-A-010575524>
- Bamokina, Moanda, D., Lehmann, M. in Niemz, P. (2022). Investigation of the Impact of Micro-Structuring on the Bonding Performance of Beechwood (*Fagus Sylvatica* L.). *Forests*, 13(1), 113. <https://doi.org/10.3390/f13010113>
- Capuder, M., Bizjak Štrus, N., Dahle, S., Šega, B. in Šernek, M. (2024). Influence of plasma surface treatment on bonding of beech wood with polyurethane adhesive. *Les/Wood*, 73(2), 35–48. <https://doi.org/10.26614/les-wood.2024.v73n02a04>
- Škvareninová, J. in Mrekaj, I. (2022). Impact of Climate Change on Norway Spruce Flowering in the Southern Part of the Western Carpathians. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 10, 865471. <https://doi.org/10.3389/fevo.2022.865471>

Torelli, N. (2001). Odziv drevja na globoke in površinske poškodbe na primeru bukve (*Fagus sylvatica* L.) s poudarkom na nastanku in ekologiji ranitvenega lesa ("rdeče srce") (pregled). *Gozdarski vestnik* 59(2), 85–95.

Uredba o zelenem javnem naročanju. (2017). *Uradni list Republike Slovenije*, št. 51/17.
<https://pisrs.si/pregledPredpisa?id=URED7202>

Modeliranje zdržljivosti termično modificiranega lesa smreke z uporabo nevronske mreže

Gregor Gabersček Tuta^{1,*}

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Ljubljana, Slovenija

* gregor.gaberscektuta@bf.uni-lj.si

Uvod

V znanosti o materialih so v zadnjem obdobju podatkovno gnane znanosti postale popularne nevronske mreže. Odziv novih materialov na obremenitve pogosto ni popolnoma znan. Uporaba nevronske mreže je idealna za primere, kjer ni znane jasne povezave med obremenitvijo in odzivom materiala nanjo. Namesto iskanja kompleksnega matematičnega popisa odziva na obremenitve se uporablja nevronske mreže, ki se omenjene povezave naučijo iz velike količine podatkov. Nevronske mreže se uporabljajo na področju utrujanja materialov za analizo utrujanja aditivno izdelanih kovin, polimernih kompozitov, gume (Bao idr., 2021; El Kadi in Al-Assaf, 2007; Liu idr., 2020) ter materialov, ki so izpostavljeni posebnim obratovalnim pogojem (Guo idr., 2019; Li idr., 2012; Wang idr., 2021; Yang idr., 2021). Les je heterogen in anizotropen material zaradi česar so njegove mehanske in fizikalne lastnosti nepredvidljive, posledično je tudi njegov odziv na utrujanje nepredvidljiv. S termično modifikacijo dosežemo boljšo odpornost lesa na biološke škodljivce vendar zmanjšamo njegovo trdnost (Dong idr., 2023; Vand in Tippner, 2023). Z uporabo primerne nevronske mreže se lahko upošteva temperatura modifikacije in ostale mehanske ter fizikalne lastnosti, ki vplivajo na dobo trajanja lesa. Glede na vrednosti vhodnih spremenljivk se lahko z naučeno nevronske mreže napove število ciklov do porušitve in modelira krivuljo zdržljivosti.

Material in metode

Uporabili smo podatke utrujanja termično modificiranega lesa smreke pri dveh temperaturah termične modifikacije (TM) in sicer pri 200 °C in 230 °C. V podatkih smo imeli osem vhodnih spremenljivk, ki so različno vplivale na dobo trajanja. Izmed vplivnih faktorjev, katerih velikost vpliva na dobo trajanja ni bila jasna, smo s pomočjo metode glavnih komponent (Principal Component Analysis - PCA) izbrali le tiste, ki so pomembno vplivale na dobo trajanja. Za napovedovanje dobe trajanja smo uporabili tri različne oblike nevronske mreže z radialno osnovno funkcijo (Radial Basis Function Network - RBFN). Med seboj so se razlikovale v številu centrov in načinu določitve centrov. Prva je imela število centrov enako številu

podatkov in vrednosti enake vrednostim podatkov. Druga je imela 50 centrov z naključnimi vrednostmi in tretja je imela 60 centrov katerih vrednosti so bile določene z metodo gručenja k-means. Učenje nevronske mreže smo izvedli z 80 % vseh podatkov, preostanek smo uporabili za testiranje in določitev natančnosti napovedane dobe trajanja. Z naključno določenimi vrednostmi vhodnih spremenljivk smo določili število ciklov do porušitve z uporabo naučene nevronske mreže. S temi podatki smo modelirali krivuljo zdržljivosti s pripadajočim 95 % intervalom zaupanja. Modelirali smo krivuljo pri obeh temperaturah TM. Modeliranje krivulje z uporabo nevronske mreže smo primerjali s krivuljami zdržljivosti pridobljenimi neposredno iz podatkov.

Rezultati in razprava

Poleg napetostnega nivoja in gostote je bila temperatura TM po PCA analizi eden izmed najvplivnejših faktorjev na dobo trajanja. Z uporabo PCA analize smo zmanjšali število različnih vhodnih spremenljivk iz 8 na 5. Izmed treh različnih RBFN mrež je podala najboljšo napoved RBFN mreža s centri določenimi po metodi voditeljev. Krivulja zdržljivosti določena neposredno iz podatkov ima pri obeh temperaturah TM velik raztros. Pri temperaturi TM 230 °C je raztros veliko večji, kot pri temperaturi. Krivulje zdržljivosti modelirane iz napovedanega števila ciklov do porušitve imajo veliko manjši raztros. Razlika med različnimi temperaturama TM glede na osnovne krivulje zdržljivosti je jasna, ampak je raztros pri višji temperaturi TM tako velik, da ne moremo trditi, da obstaja signifikantna razlika v odzivu različno termično modificiranega lesa na utrujanje. Ob nezadostni količini podatkov za učenje lahko nevronske mreže podajo rezultate, ki nimajo fizikalnega pomena. Pri visoki amplitudi napetosti termično modificiranega lesa pri temperaturi 230 °C je nevronska mreža podala negativne vrednosti števila ciklov. Potrebno bi bilo dodati omejitve nevronske mreže v skladu s splošnimi fizikalnimi zakonitostmi. To se lahko naredi s filtriranjem le pravih rezultatov, kot smo to naredili v našem primeru ali pa se omejitve vključi v cenilno funkcijo, ki poskrbi, da se nevronska mreža nauči v skladu s fizikalnimi omejitvami.

Viri in literatura

- Bao, H., Wu, S., Wu, Z., Kang, G., Peng, X., & Withers, P. J. (2021). A machine-learning fatigue life prediction approach of additively manufactured metals. *Engineering Fracture Mechanics*, 242, 107508. <https://doi.org/10.1016/j.engfracmech.2020.107508>
- Dong, H., Hasanagić, R., Fathi, L., Bahmani, M., Kržišnik, D., Keržič, E., & Humar, M. (2023). Selected mechanical and physical properties of thermally modified wood after field exposure tests. *Forests*, 14(5), 1006. <https://doi.org/10.3390/f14051006>

- Guo, S., Li, C., Shi, J., Luan, F., & Song, X. (2019). Effect of quenching media and tempering temperature on fatigue property and fatigue life estimation based on RBF neural network of 0.44% carbon steel. *Mechanical Sciences*, 10(1), 273–286. <https://doi.org/10.5194/ms-10-273-2019>
- Hassan Vand, M., & Tippner, J. (2023). Impact bending strength of thermally-modified timber. *Holzforschung*, 77(11–12), 828–837. <https://doi.org/10.1515/hf-2023-0046>
- Kadi, H. A. E., & Al-Assaf, Y. (2007). The use of neural networks in the prediction of the fatigue life of different composite materials. 16 TH International Conference On Composite Material, 1-19
- Liu, Q., Shi, W., & Chen, Z. (2020). Rubber fatigue life prediction using a random forest method and nonlinear cumulative fatigue damage model. *Journal of Applied Polymer Science*, 137(14), 48519. <https://doi.org/10.1002/app.48519>
- Na, L., Yan, W. P., Ye, F., & Ma, L. Y. (2012). Creep-fatigue interaction life prediction for P91 steel based on improved Elman neural network model. *Advanced Materials Research*, 535–537, 674–677. <https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/AMR.535-537.674>
- Wang, B., Xie, L., Song, J., Zhao, B., Li, C., & Zhao, Z. (2021). Curved fatigue crack growth prediction under variable amplitude loading by artificial neural network. *International Journal of Fatigue*, 142, 105886. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2020.105886>
- Yang, J., Kang, G., Liu, Y., & Kan, Q. (2021). A novel method of multiaxial fatigue life prediction based on deep learning. *International Journal of Fatigue*, 151, 106356. <https://doi.org/10.1016/j.ijfatigue.2021.106356>

Discrimination of Slovenian wood species using hyperspectral imaging in the near-infrared spectrum

Luka Kopáč^{1,*}, Žiga Špiclin², Miha Humar¹

¹ University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of wood science and technology, Ljubljana, Slovenia

² University of Ljubljana, Faculty of electrical engineering, Laboratory of imaging technologies, Ljubljana, Slovenia

* luka.kopac@bf.uni-lj.si

Introduction

Hyperspectral imaging is becoming increasingly popular, due to its ability to non-destructively characterize materials and their properties in various industries. Due to the unique spectral signatures of different wood species in the near-infrared (NIR) range of the light spectrum, they can be discriminated with the help of chemometric methods (Pastore et al., 2011). Light absorption is primarily related to chemical components, whereas physical characteristics mainly influence light scattering (Qin & Lu, 2008). Therefore, the differences in the content and type of hemicelluloses and lignin between hardwood and softwood species contribute significantly to discrimination (Ma et al., 2019). Nine wood species were analysed with hyperspectral imaging with the aim of discrimination and classification using linear discriminant analysis (LDA).

Material and Methods

Five hardwood species (*Fagus* spp., *Acer* spp., *Fraxinus* spp., *Betula* spp., *Quercus* spp.) and four softwood species (*Pinus* spp., *Abies* spp., *Picea* spp., *Pseudotsuga* spp.) were analysed with a hyperspectral imaging system (ClydeHSI) in the near-infrared spectrum between 1000 and 2500 nm (InGaAs sensor). Samples with dimensions of 50 mm × 25 mm × 15 mm and sanded surfaces were captured in nine hyperspectral images. Each image corresponded to one of nine species and contained eight samples of that species. The images were processed and analysed using scripts based on Python programming language and various libraries (NumPy, Scikit-learn, Matplotlib). For each image, principal component analysis was performed in the spectral domain of 288 wavelength bands, and thresholding of the 2nd principal component was applied to remove the background and isolate the samples. Erroneously segmented pixels were

removed by positioning fixed-size bounding boxes of 62×144 pixels to centroids of each sample's mask. Before training and testing the LDA classification model, a standard normal variate (SNV) was performed per sample to account for baseline spectral shifts. LDA was performed as a dimensionality reduction technique to allow for better visualization and as a pixel-wise classification method to classify samples into species. Out of eight samples per species and per hyperspectral image, 75 % were used for training (six samples) and 25 % for testing the model (two samples).

Results and Conclusions

As a dimensionality reduction method, the LDA resulted in good discrimination between hardwood and softwood species, suggesting meaningful differences in their NIR spectra. However, the differences between species within each group were less clear, as seen in Figure 1.

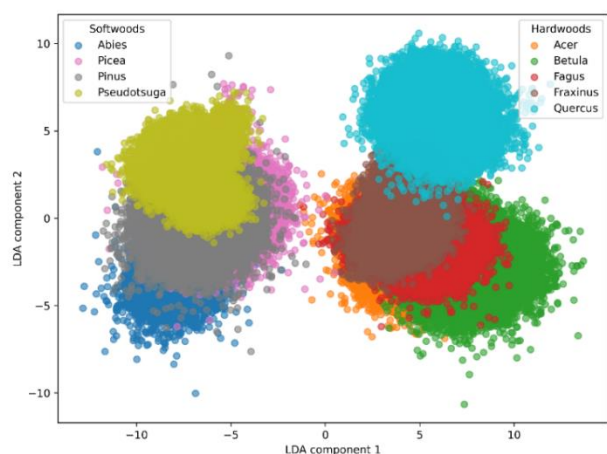


Figure 1: LDA 2D projection

When using LDA for classification, the accuracy was 90.5 %, discriminating and correctly classifying the species in the test group well. The diagonal of the confusion matrix in Figure 2 evaluates how many pixels the model predicted correctly, while the off-diagonal elements evaluate how many pixels were misclassified. We found that the misclassified predictions were mainly for anatomically similar wood species, which was expected and consistent with the literature (Pastore et al., 2011; Ma et al., 2019). Most of the misclassifications concerned diffuse-porous hardwoods and certain softwoods.

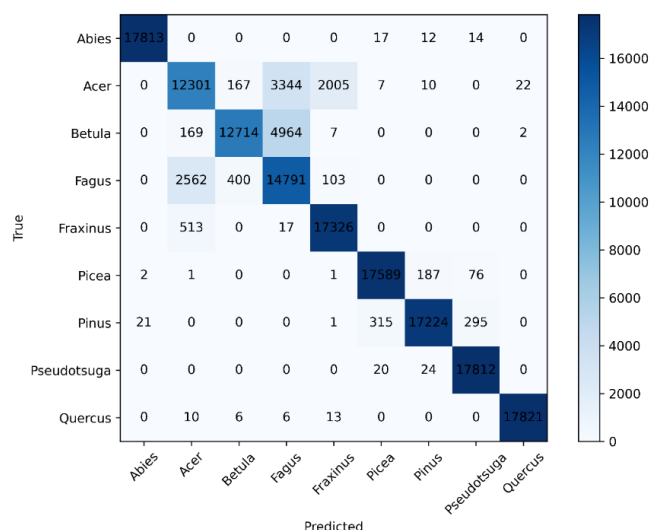


Figure 2: LDA confusion matrix

The initial classification accuracy value indicates that LDA may be suitable for classifying wood species. However, further exploration showed that the particular model was unable to generalize to new, previously unseen samples. For instance, when testing on separately captured hyperspectral images, using the same wood species but different samples, the accuracy dropped, and the model failed to reliably classify them. Further research will consider other discrimination models, a larger quantity of samples and a better separation of train and test samples.

Acknowledgement

The authors appreciate the financial support of the Slovenian Research Agency (ARIS) within the projects J7-50231 GROWTH Growth potential and wood properties of selected tree species of various provenances, J7-50226 Next generation analytical tools for heritage science and P4-0015 Wood and lignocellulosic composites.

References

- Ma, T., Inagaki, T., Ban, M., & Tsuchikawa, S. (2019). Rapid identification of wood species by near-infrared spatially resolved spectroscopy (NIR-SRS) based on hyperspectral imaging (HSI). *Holzforschung*, 73(4), 323–330. <https://doi.org/10.1515/hf-2018-0128>
- Pastore, T. C. M., Braga, J. W. B., Coradin, V. T. R., Magalhães, W. L. E., Okino, E. Y. A., Camargos, J. A. A., De Muñiz, G. I. B., Bressan, O. A., & Davrieux, F. (2011). Near infrared spectroscopy (NIRS) as a potential tool for monitoring trade of similar woods: Discrimination of true mahogany, cedar, andiroba, and curupixá. *Holzforschung*, 65(1), 73–80. <https://doi.org/10.1515/HF.2011.010>

Qin, J., & Lu, R. (2008). Measurement of the optical properties of fruits and vegetables using spatially resolved hyperspectral diffuse reflectance imaging technique. *Postharvest Biology and Technology*, 49(3), 355–365. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2008.03.010>

Near-neutral Deep Eutectic Solvents for Lignin Solubilization and Their Applicability in Fungal Biocatalytic Systems

Irina Modrušan^{1,*}, Filipa A. Vicente¹, Sabina Berne², Blaž Likozar¹, Edita Jasiukaitytė-Grojzdek¹

¹ National Institute of Chemistry, Department of Catalysis and Chemical Reaction Engineering, Ljubljana, Slovenia

² University of Ljubljana, Biotechnical Faculty, Department of Agronomy, Ljubljana, Slovenia

* Irina.Modrusan@ki.si

Introduction

In the face of global environmental challenges, it is becoming increasingly important to find smarter, more responsible ways to use natural renewable materials such as lignocellulosic biomass in various industries. Lignin, a renewable source of aromatic compounds, is a sustainable alternative to fossil resources. Due to its high carbon and low oxygen content, it has great potential for conversion into green chemicals and other valuable bio-based products. However, because of its complex and recalcitrant chemical structure, it remains unutilized or is only used to generate energy by incineration. Depolymerization is one of the main methods for lignin valorization (Yadav, 2020). White-rot fungi secrete numerous extracellular oxidative enzymes (Mäkelä et al., 2023), which are efficient in degradation and modification of lignin. Complementarily, deep eutectic solvents (DES) are promising innovative green solvents that increase lignin solubility and the activity of ligninolytic enzymes, providing a dual approach for lignin processing (Mekuriaw & Tizazu, 2024). This study focuses on the development of near-neutral DES for mild yet efficient lignin solubilization while promoting the activity of key enzymes required for its depolymerization. This combined strategy aims to develop a sustainable and cost-effective route to lignin valorization that aligns with the goals of a circular economy and reduced dependence on fossil resources.

Materials and Methods

DES were prepared by mixing selected hydrogen bond acceptors (HBA) and hydrogen bond donors (HBD) in a specific molar ratio and heating with stirring (80 °C, 200 rpm) until a homogeneous and transparent liquid was formed. Prior to preparation, the moisture content of each component was determined. Once the DES were formed, their pH was measured using pH indicator paper strips and those in the near-neutral range (pH 6-7) were tested for their ability

to dissolve lignin isolated from beech sawdust using the organosolv method described by Jasiukaitytė-Grojzdek et al. (2025). The solubility of lignin in each DES was quantified by the gravimetric method, where after incubation (24 h, 30 °C, 800 rpm), the undissolved lignin was separated by centrifugation (16.500 rcf, 2 min), washed and oven-dried at 40 °C to constant weight. *Pleurotus ostreatus* cultures were grown on PDA plates for 5-7 days at 28 °C. The fungal suspension was prepared to test fungal viability in DES on a microtiter plate using the PrestoBlue® assay to quantitatively determine cell proliferation by measuring the fluorescence signal produced when metabolically active cells reduce resazurin to resorufin. The antifungal effect of DES was also tested using the agar well diffusion assay.

Results and Conclusions

Of the 70 DES tested, we obtained more than 30 promising ones. The five most promising ones showed a lignin solubilization higher than 300 mg/mL, while maintaining an almost neutral pH (6-7). The gravimetric method confirmed clear differences in lignin solubility between different DES, highlighting the influence of different HBA and HBD components as well as the molar ratio between them and the influence of water content. In addition, certain DES were compatible with the growth of the ligninolytic fungus *Pleurotus ostreatus*. A resazurin-based fluorescence assay confirmed the metabolic activity in the presence of certain DES. At the same time, agar well diffusion tests showed that DES, identified in this study as effective for lignin dissolution, did not inhibit the growth of *Pleurotus ostreatus* mycelium, supporting their potential for biocatalytic applications.

Acknowledgments

This research was funded by grants from the Slovenian Research Agency for research programs P2-0152 and P4-0077 and research projects L2-50050 and NC-24002.

References

- Jasiukaitytė-Grojzdek, E., Ročnik Kozmelj, T., Tofani, G., Segers, B., Nimmegeers, P., Billen, P., Pogorevc, R., Likozar, B., & Grilc, M. (2025). Design of organosolv lignin fractionation: Influence of temperature, antisolvent, and source on molecular weight, structure, and functionality of lignin fragments. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. <https://doi.org/10.1021/acssuschemeng.4c08125>
- Mäkelä, M. R., Böke, H., Nyhamar, E., & Wan, X. (2023). Lignin degradation and valorization by filamentous fungi. In V. Bisaria (Ed.), *Handbook of Biorefinery Research and Technology* (pp. 1–31). Springer.
- Mekuriaw, T. A., & Tizazu, B. Z. (2024). Deep eutectic solvents for lignin isolation. In A. Pizzi (Ed.), *Advanced Lignin Technologies* (Ch. 2). IntechOpen. <https://doi.org/10.5772/intechopen.1004778>

Yadav, V. G. (2020). Biovalorization of lignin. Chemical Engineering Transactions, 80, 283–288.
<https://doi.org/10.3303/CET2080048>

Phage-Encoded Bacteriocins: Decoding the Paradox of Host-Targeted Lethality

Jaka Jakin Lazar^{1,*}, Jiří Pospíšil², Jacopo Grilli³, Libor Krásný², Anna Dragoš¹

¹ Department of Microbiology, Biotechnical Faculty, University of Ljubljana, Ljubljana, Slovenia

² Laboratory of Microbial Genetics and Gene Expression, Institute of Microbiology of the Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic

³ The Abdus Salam International centre for theoretical physics, Trieste, Italy

* jaka.jakinlazar@bf.uni-lj.si

Introduction

Temperate phages integrate into bacterial genomes as prophages, allowing them to be passed vertically through cell division or spread horizontally through lytic infection. Temperate phages encoding bacteriocins face an evolutionary paradox: bacteriocin production can provide a competitive advantage supporting vertical transmission, as seen for sublancin encoded by *Bacillus subtilis* SP β phage; but bacteriocins may eliminate potential naive hosts, limiting the phage opportunities for horizontal transmission. Interestingly, not all SP β -like phages carry the sublancin biosynthetic cluster, raising questions about its trade-offs.

To investigate this, *B. subtilis* MB8_B7, a natural SP β lysogen, was used to generate mutants lacking key sublancin genes. Following mitomycin C-triggered lytic induction, deletion of entire gene cluster for sublancin biosynthesis reduced phage titer, while individual deletions had no significant effect. To explore the relationship between bacteriocin and phage host range, an inhibition zone assay was optimized to compare sublancin specificity and SP β host range in high-throughput. With this approach we ask to what extent the production of sublancin limits host availability for SP β ecological settings.

These results reveal a connection between phage host range and specificity of a phage-encoded bacteriocin bringing us closer to understanding the evolutionary dynamics behind the gain and loss of phage-derived biosynthetic gene clusters.

Material and Methods

A diverse collection of ~100–120 test strains, including *Bacillus subtilis* isolates (e.g., 40 from the Sava riverbank), honey-bee pollen-associated strains, and other *Bacillus* spp., will be

assembled for testing sublancin activity and SP β phage host range. A phylogenetic tree based on shared genes will be constructed.

For sublancin specificity, an optimized zone of inhibition assay will be used. Inner wells of 48-well plates will be filled with LB agar, and diluted overnight cultures of test strains will be spread on the surface. After drying, either the sublancin-producing strain MB8_B7 or its Δ sublancin mutant will be spotted and incubated at 37 °C overnight. Inhibition will be visualized using Cytation 5 imaging (1.25X, 5.6 mm distance, brightfield), and zone sizes quantified via local thickness analysis. Strains susceptible only to the producer will be retested with purified sublancin to confirm its main role in inhibition.

SP β phage host range will be tested by mixing early exponential-phase cultures (OD₆₀₀ ~0.4) with soft agar, followed by spotting SP β dilutions (neat to 10⁻⁶) and incubation at 28 °C overnight. Plaque formation will indicate phage susceptibility. Growth curves of sublancin and phage-related mutants will also be recorded to assess potential fitness costs under monoculture conditions.

Results and Conclusions

We investigated whether sublancin production affects bacterial and phage fitness in monoculture. Following mitomycin C induction, SP β phage titers were lower in the Δ SUB strain (lacking the entire sublancin cluster) than in the wild type, suggesting sublancin contributes to phage release. Ongoing work involves systematic deletion of individual genes in the cluster to pinpoint the responsible component(s).

Growth curve analysis of MB8_B7, Δ sunA, Δ SUB, and Δ SP β strains revealed potential costs of sublancin production. WT and Δ sunA strains showed higher OD at the first plateau (~10 h), but a sharper OD decline in late stationary phase compared to Δ SUB and Δ SP β , possibly indicating a fitness cost. These findings will be validated via CFU counts.

We are also developing a high-throughput, quantitative version of the zone of inhibition assay to screen for sublancin sensitivity. Strains are cultured in 48-well plates, imaged with Cytation 5 under standardized conditions, and analyzed using FIJI's "local thickness" function, enabling objective and reproducible quantification of inhibition zones.

Obremenitve z ropotom pri strojni sečnji s pomožnim trakcijskim vitlom

Luka Pajek^{1,*} in Anton Poje¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, Slovenija

* luka.pajek@bf.uni-lj.si

Uvod

Strojna sečnja s pomožnim trakcijskim vitlom za delo na velikih naklonih je danes vse pogostejše uporabljena tehnologija predvsem v alpskih državah, Novi Zelandiji in Kanadi (Visser in Stampfer, 2015). Ker gre za dokaj mlado tehnologijo, za zdaj še ni bilo narejenih veliko raziskav z ergonomskega vidika te tehnologije. Za analizo obremenitve posameznih delovnih operacij z ekvivalentno in končno jakostjo ropota (LAeq in LCpeak), smo meritve izvedli znotraj in zunaj kabine stroja za sečnjo. Obremenitve so bile pri obeh kazalnikih višje znotraj neproduktivnega časa kot med produktivnim časom. V kabini so bile jakosti ropota višje znotraj neproduktivnega časa za 4,3 dB(A) oz. 0,4 dB(C), izven kabine v neproduktivnem času pa za 15,9 dB(A) oz. 9,3 dB(C) višje kot v kabini v produktivnem času. Obremenitve delavca z ropotom tako ne presegajo EU opozorilne vrednosti 80 dB(A) za kazalnik LAeq, medtem ko konične vrednosti ropota presegajo EU mejno vrednost 140 dB(C).

Material in metode

Raziskavo smo izvedli na delovišču velikosti 8 ha, ki se nahaja na Ribniškem Pohorju v odseku 10283A, na nadmorski višini 1250-1340 m. Tekom raziskave je bilo posekanih 678,3 m³ lesa, od tega 70 % iglavcev (smreka) in 30 % listavcev (bukev). Stroj za sečnjo je bil znamke Ponsee model Scorpion King, pomožni vitel pa znamke Ecoforst, model T-winch 10.3. Sečnja je potekala na 21 sečnih poteh, vedno od zgoraj navzdol, z vitlom na gozdni cesti, ki je bila vedno na zgornji točki. Za analizo delovnih operacij smo izdelali časovno študijo. Ropot smo merili na dveh mestih in sicer v kabini in izven kabine. Za meritve ropota v kabini smo uporabili merilnik Bruel&Kjaer model 2250, z mikrofonom tipa 4189, ki je bil nameščen na stransko steklo in oddaljen 30 cm od strojnikovega desnega ušesa, zunaj kabine pa dozimeter Bruel&Kjaer model 4445 katerega mikrofona smo namestili delavcu na ovratnik 10 cm stran od desnega ušesa, kot je predvideno v standardu ISO 9612:2009. Podatke beležene na vsako 1 sekundo smo analizirali v programu MS Excel (v16.0, Microsoft, Redmond, WA, USA).

Rezultati in razprava

Celotna študija obsega 1834 min delovnega časa od tega je delež produktivnega časa (podiranje, procesiranje, gozdni red, premik med drevesi, vožnja po gozdni cesti in vlaki in sortiranje sortimentov) znašal 72,9 %, delež neproduktivnega časa (zastoji zaradi osebnih potreb delavca, organizacije in delovnih sredstev) pa 27,1 %. Delavec je bil izpostavljen najvišjem obremenitvam v produktivnem času pri vožnji po gozdni cesti (70,5 dB(A) in 135,4 dB(C)) kar je podobno (LAeq) ali višje (LCpeak) kot v drugih raziskavah (Poje idr., 2019, Messingerova idr., 2005), v neproduktivnem času pa pri zastojih zaradi delovnih sredstev izven kabine (84,8 dB(A) in 144,7 dB(C)). S pomočjo časovne študije in detajlnega opisa delovnih postopkov med delom, smo ugotovili, da do najvišjih koničnih vrednosti ropota prihaja pri zapiranju kabinskih vrat stroja za sečnjo, ekvivalentna jakost ropota pa je najvišja med premiki vitla (premik vitla po gozdni cesti), saj je delavec takrat v neposredni bližini stroja. Predlagamo, da premike vitla opravi iz kabine stroja za sečnjo če je to dovolj varno, v nasprotnem primeru pa uporabo glušnikov pri vsakem izstopu iz kabine kadar stroj ni ugasnjen, ali kadar so potrebni premiki vitla.

Viri

- ISO 9612:2009: Acoustics – Determination of occupational noise exposure – Engineering method. ISO, Geneva, Switzerland
- Messingerová, V., Martinusová, L. in Slaník, M. (2005). Ergonomic Parameters of the Work of Integrated Technologies at Timber Harvesting. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 26(2), 79-84
- Poje, A., Grigolato, S. in Potočnik, I. (2019). Operator Exposure to Noise and Whole-Body Vibration in a Fully Mechanised CTL Forest Harvesting System in Karst Terrain. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 40, 139–250
- Visser R. in Stampfer K. (2015). Expanding Ground-based Harvesting onto Steep Terrain: A Review. *Croatian Journal of forest engineering*. 36(2), 321-331

200 let tihe preobrazbe gorske kulturne krajine: Analiza sprememb rabe tal na izbranih območjih planin, gorskih kmetij in senožeti v Triglavskem narodnem parku

Luka Jemec^{1,*}

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za gozdarstvo in obnovljive gozdne vire, Ljubljana, Slovenija

* luka.jemec@bf.uni-lj.si

Uvod

Slovenija je krajinsko ena najbolj raznolikih držav v Evropi. Čeprav je po površini majhna, premore številne naravne in kulturne posebnosti, ki izstopajo tudi v evropskem merilu (Ciglič in Perko, 2013). Med najdragocenejšimi so gorska in hribovita območja, kjer se narava prepleta s človekovo dejavnostjo že tisočletja. Značilen primer takšnega prostora je Triglavski narodni park (TNP). Človek je z ekstenzivnim kmetijstvom, predvsem s pašništvom, oblikoval značilno kulturno krajino, ki ima poleg gospodarskega tudi pomemben prostorski, družbeni, kulturni in okoljski pomen (Strateški načrt skupne kmetijske politike 2023-2027 za Slovenijo, 2021). Ekstenzivno pašništvo prispeva k ohranjanju biotske raznovrstnosti (Garmendia idr., 2022) ter ohranja redke vrste in habitate. Opuščanje paše, zaraščanje planin, upad živinoreje in sirarstva ter razprodaja zemlje vodijo v izgubo tradicionalne krajine. V izogib tem procesom Slovenija s pomočjo Evropske unije (EU) izvaja ukrepe v okviru Skupne kmetijske politike (Uredba o izvedbi intervencij kmetijske politike za leto 2025, 2025). Spremembe kulturne krajine se kažejo z zamikom, zato danes pogosto opazujemo posledice opustitev iz preteklosti (npr. ob industrializaciji), a te površine nam nakazujejo prihodnost danes opuščenih zemljišč. Zato so analize sprememb rabe tal ključne za razumevanje dolgoročnih vplivov in načrtovanje ukrepov, ki bi pripomogli k ohranitvi kulturne krajine v gorskem prostoru.

Material in metode

Analizirali smo spremembe rabe tal za leta 1825, 1956, 2007 in 2024 na izbranih območjih TNP. Natančneje območja Zgornje Radovne, Frčkovske planine, planine Spodnja Krma, Klek, Lipanca/Brda. Izbrana območja (1230 ha) obsegajo planinske pašnike, gorske kmetije in senožeti, obdaja pa jih večinoma gozd kot matica. Izbrali smo le območja, ki segajo zgolj do zgornje gozdne meje, saj je višje Franciscejski kataster manj natančen in posledično manj primeren za primerjavo. Podatke o rabi tal za leto 1825 smo pridobili z georeferenciranjem in

digitaliziranjem Franciscejskega katastra (Virtualna arhivska čitalnica, b. l.) v programu ArcGIS. Za leto 1956 smo georeferencirali in digitalizirali aerofoto posnetek območij. Pri tem smo uporabili današnji šifrant rabe tal. Podatki o rabi tal od leta 2002 naprej so dostopni na spletu (Odprti podatki Slovenije, b. l.). Zaradi različnih kategorij rabe tal smo jih smiselno združili in za leto 1825 ustrezno prilagodili. Z analizo deležev rabe smo ugotovili in prikazali, kako se je delež površine posamezne rabe spreminjal skozi čas in kako so na to vplivale pomembne zgodovinske prelomnice, pri čemer je pomembna predvsem sprememba posamezne rabe, manj pa njen delež v izbranem območju, saj slednji zavisi od izbire velikosti tamponskega vzorčnega območja v matici.

Rezultati in razprava

Z opravljeno analizo sprememb rabe tal ugotavljamo, da se je površina kmetijskih zemljišč močno zmanjšala v zadnjih 200 letih. Na izbranem območju se je denimo v primerjavi z letom 1825 delež kmetijskih površin do leta 1965 zmanjšal za 11,61 %, do leta 2007 za kar 46,98 % in do leta 2024 za 47,19 %. Ti rezultati potrjujejo tudi ugotovitve raziskave Petka (2005), da se je obseg kmetijskih zemljišč v Sloveniji, zlasti v alpskem svetu, neprekinjeno zmanjševal ves čas, najizraziteje pa po drugi svetovni vojni – zaradi nacionalizacije, industrializacije in urbanizacije. Zanimivo je, da se je trend zaraščanja po vstopu Slovenije v EU skoraj ustavil, kar kaže na pomembnost kmetijsko-okoljskih ukrepov za preživetje panoge in s tem ohranjanje kulturne krajine še posebej na marginalnih in hribovsko-gorskih območjih. Naloga države in TNP je, da prepoznavata aktualne izzive panoge in spodbujata ne le rabo, temveč tudi kakovostno vzdrževanje teh zemljišč ter pripadajočih naravnih in kulturnih elementov krajine. Analiza ima določene omejitve – potrebno združevanje kategorij in ponekod smiselna prilagoditev zaradi razlik v kategorizaciji rabe tal med leti. Za ohranitev biotske raznovrstnosti in značilne kulturne krajine, ki sta temelj trajnostnega turizma in varovanja narave, je nujno prepoznati kmetijstvo kot strateško panogo prihodnosti (Ravnik, 2024).

Viri

Ciglič R. in Perko D. (2013). Europe's landscape hotspots. *Acta Geographica Slovenica*, 53(1), 117-139. <https://doi.org/10.3986/AGS53106>

Garmendia E., Aldezabal A., Galan E., Andonegi A., Del Prado A., Gamboa G., Garcia O., Pardo G., Aldai N. in Barron L. J. R. (2022). Mountain sheep grazing systems provide multiple ecological, socio-economic, and food quality benefits. *Agronomy for Sustainable Development*, 42(3), 47. <https://doi.org/10.1007/s13593-021-00751-7>

Odprti podatki Slovenije. (b. l.). <https://podatki.gov.si/>

Petek F. (2005). Spremembe rabe tal v slovenskem alpskem svetu. ZRC SAZU, Založba ZRC.
<https://doi.org/10.3986/9789612545123>

Ravnik B. (2024). Razvoj kmetijstva ob ohranjanju njegove sestave - utopija ali nujnost? *Acta Triglavensia*, Triglavski narodni park, Bled.

Strateški načrt skupne kmetijske politike 2023-2027 za Slovenijo. (2021). Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Uredba o izvedbi intervencij kmetijske politike za leto 2025. (2025). *Uradni list RS*, št. 2/25. Ministrstvo za kmetijstvo, gozdarstvo in prehrano.

Virtualna arhivska čitalnica. (b. l.). <https://vac.sjas.gov.si/vac>

Deformabilnostna citometrija kot orodje za analizo vpliva parenteralnih lipidnih emulzij na celice Jurkat

Lija Fajdiga^{1,*}, Špela Zemljič¹, Jure Derganc¹

¹ Univerza v Ljubljani, Medicinska fakulteta, Inštitut za biofiziko, Ljubljana, Slovenija

* lija.fajdiga@mf.uni-lj.si

Uvod

Lipidne emulzije predstavljajo ključno sestavino parenteralne prehrane pri kritično bolnih, vendar pa je njihova uporaba povezana z možnimi neželenimi učinki, kot je na primer PNALD (bolezen jeter, povezana s parenteralno prehrano, ang. parenteral nutrition-associated liver disease) (Wanten, 2015). Neželeni učinki so lahko posledica vpliva maščobnih kislin v lipidnih emulzijah na imunske celice, s katerimi pridejo v stik po intravenozni aplikaciji (Hecker idr., 2020). Imunomodulatorne učinke je potrebno še podrobneje raziskati v primerih, ko lahko vplivajo na izid zdravljenja – zlasti pri bolnikih, pri katerih je učinkovita imunska funkcija ključna za uspeh terapije, na primer pri zdravljenju s celičnimi terapijami, kot je CAR-T (Driscoll & Bistran, 2024). Pri takšnih terapijah različne vplive na celice največkrat spremljamo z uporabo biokemijskih markerjev, na primer površinskih receptorjev, ki jih zaznavamo s fluorescenčno označenimi protitelesi in jih povezujemo s fitnesom in učinkovitostjo delovanja imunskih celic. V zadnjih letih pa se vse več pozornosti namenja tudi biofizikalnim markerjem, saj imajo mehanske lastnosti celic pomembno vlogo pri njihovem delovanju, migraciji in ekstravazaciji (Zhuang idr., 2023). Na tem področju se hitro razvijajo mikrofluidične tehnologije za merjenje celičnih mehanskih lastnosti, med katerimi se je najbolj uveljavila deformabilnostna citometrija (DC) (Otto idr., 2015), ki omogoča hitro analizo velikega števila posameznih celic brez označevanja.

Material in metode

V naših raziskavah preučujemo, kako dve izmed najpogostejše uporabljenih lipidni emulziji, Omegaven (emulzija ribjega olja) in SMOFlipid (emulzija mešanih olj), vplivata na mehanske lastnosti in morfologijo celic Jurkat, ki so standardna modelna celična linija za proučevanje limfocitov T. Uporabljamo metodo DC, za katero je bil na našem inštitutu razvit odprtokodni stroboskopski sistem za slikanje celic ter sistem za analizo slik s pomočjo strojnega učenja. Ker analiza temelji na slikah celic, zajetih s svetlobno mikroskopijo, iz katerih določamo deformabilnost (mehanske lastnosti) in morfološko stanje celic, metoda omogoča vključitev

dodatnih parametrov za analizo slik z orodji umetne inteligence. Ta orodja je mogoče prilagoditi specifičnim potrebam uporabnika in jih uporabljati v biološkem laboratoriju brez poglobljenega znanja s področja umetne inteligence.

Rezultati in razprava

Naši rezultati kažejo, da imajo lipidne emulzije majhen vpliv na mehaniko in večji vpliv na viabilnost celic. Posebno Omegaven izrazito zmanjša viabilnost celic Jurkat, kar je skladno z neželenimi učinki, opisanimi v kliničnih študijah. Poleg standardne metode za merjenje celične viabilnosti (MTS) smo razvili tudi model za klasifikacijo slik celic, pridobljenih z deformabilnostno citometrijo, s katerim smo uspešno zaznali spremembe v celični morfologiji tretiranih celic. Zanimivo je, da metabolno profiliranje z analizatorjem Seahorse ni pokazalo večjih sprememb v metabolizmu celic po izpostavitvi lipidnim emulzijam, hkrati pa je analiza slik celic pokazala kopičenje lipidnih kapljic v celicah Jurkat, ki so bile izpostavljene emulzijam. Oba rezultata skupaj nakazujeta na to, da se maščobne kisline ne presnavljajo, ampak se kopičijo v celicah v obliki lipidnih kapljic. Ti rezultati predstavljajo osnovo za nadaljnje raziskave na primarnih limfocitih T.

Viri

- Driscoll, D. F., & Bistrrian, B. R. (2024). Cytokine Release Syndrome Associated With Immune-Modulating Chemotherapy: Potential Mitigating Role of Intravenous Omega-3 Fatty Acid Triglycerides. In *Cancer Reports* (Vol. 7, Issue 10). John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1002/cnr2.70025>
- Hecker, M., Rose, M., Hecker, A., Dietrich, H., Schaefer, M. B., Sommer, N., Seeger, W., & Mayer, K. (2020). Immunomodulation by an omega-6 fatty acid reduced mixed lipid emulsion in murine acute respiratory distress syndrome. *Journal of Clinical Medicine*, 9(7), 1–15. <https://doi.org/10.3390/jcm9072048>
- Otto, O., Rosendahl, P., Mietke, A., Golfier, S., Herold, C., Klaue, D., Girardo, S., Pagliara, S., Ekpenyong, A., Jacobi, A., Wobus, M., Töpfner, N., Keyser, U. F., Mansfeld, J., Fischer-Friedrich, E., & Guck, J. (2015). Real-time deformability cytometry: On-the-fly cell mechanical phenotyping. *Nature Methods*, 12(3), 199–202. <https://doi.org/10.1038/nmeth.3281>
- Wanten, G. J. A. (2015). Parenteral Lipid Tolerance and Adverse Effects. In *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition* (Vol. 39, pp. 33S-38S). SAGE Publications Inc. <https://doi.org/10.1177/0148607115595973>
- Zhuang, C., Gould, J. E., Enniful, A., Shao, S., & Mak, M. (2023). Biophysical and mechanobiological considerations for T-cell-based immunotherapy. In *Trends in Pharmacological Sciences* (Vol. 44, Issue 6, pp. 366–378). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.tips.2023.03.007>

Pogled v oblikovanje površinskih skeletnih struktur kopenskih rakov z elektronsko in konfokalno mikroskopijo

Ana Žuran^{1,*}, Miloš Vittori¹

¹ Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, Ljubljana, Slovenija

* ana.zuran@bf.uni-lj.si

Uvod

Telo rakov (Crustacea) in drugih členonožcev pokriva pretežno hitinska kutikula, ki oblikuje njihov zunanji skelet. Gre za kompleksen zunajcelični matriks, ki ga izločajo epidermalne celice in je pri rakah praviloma tudi mineraliziran. Od površine proti epidermisu oblikuje več slojev. Najbolj zunanji je tanka epikutikula, globlje pa se nahajata še eksokutikula in endokutikula. Kutikulo zunanjega skeleta rakov odlikuje širok nabor površinskih struktur, ki odražajo različne potrebe njihovega načina življenja in so pomembne za zaščito, mobilnost in interakcije z okoljem (Dillaman idr., 2013). Svojevrstno strukturirano kutikulo zasledimo pri kopenskih enakonožcih (Oniscidea), edinstveni skupini rakov, ki so v evoluciji osvojili različne kopenske habitate. Njihova kutikula na površini oblikuje zelo raznolike strukture mikrometrskih velikosti, pogosto s kompleksno 3D arhitekturo, o katerih funkciji in nastanku vemo zelo malo (Schmalfuss, 1987). Ker enakonožci celotno kutikulo redno obnavljajo z levitvijo, je preučevanje njene tvorbe enostavno. Namen naše raziskave je bil dognati celični mehanizem oblikovanja epikutikularnih lusk na hrbtnih ploščicah (tergatih) vrste *Porcellio scaber* med levitvenim procesom, vendar smo opazovali tudi druge strukture.

Material in metode

Iz osebkov vrste *P. scaber* v različnih fazah levitvenega cikla (po Zidar idr., 1998) smo izolirali tergite, jih kemično fiksirali z mešanico aldehydov, dekalcinirali in postfiksirali z 1 % OsO₄. Z vrstičnim elektronskim mikroskopom smo opazovali 3D arhitekturo nastajajočih lusk in drugih površinskih struktur, medtem ko smo njihovo ultrastrukturo v povezavi z ultrastrukturo spodaj ležečih epidermalnih celic analizirali s transmisijsko elektronsko mikroskopijo. V drugem naboru tergitev smo fluorescenčno obarvali jedra in zajeli serije optičnih prereзов s konfokalnim mikroskopom ter tako dobili natančnejšo informacijo o vlogi epidermalnih celic med oblikovanjem lusk.

Rezultati in razprava

S kombiniranjem različnih slikovnih tehnik smo celični mehanizem oblikovanja kompleksnih površinskih struktur kopenskih rakov razkrili z več vidikov. Rezultati analize z elektronsko mikroskopijo so pokazali, da je oblikovanje epikutikularnih lusk postopno in se zaključi v najzgodnejši fazi levitvenega cikla. Med izločanjem epikutikule epidermalne celice na apikalni površini oblikujejo prstaste izrastke, ki tvorijo robove bodočih lusk pa tudi ogrodje za odlaganje materiala, ki gradi luske. Ko se oblikovanje lusk zaključi, se celični izrastki umaknejo in začne se izločati eksokutikula. Z analizo drugih površinskih struktur smo ugotovili, da ta mehanizem ni omejen na luske. Celične izrastke epidermalnih celic smo opazili tudi med oblikovanjem trikornov in vboklin, ki poleg lusk prekrivajo površino tergитov. Rezultati analize s konfokalno mikroskopijo so razkrili, da je za oblikovanje posamezne luske verjetno zaslužna ena epidermalna celica. Nadalje bomo natančneje opredelili vlogo epidermalnih celic, pri čemer trenutno vzpostavljamo protokole za fluorescenčno vizualizacijo elementov citoskeleta. Preliminarni rezultati namreč nakazujejo, da ima reorganizacija citoskeleta ključno vlogo pri opisanem mehanizmu.

Viri

- Dillaman, R. M., Roer, R., Shafer, T. in Modla, S. (2013). The crustacean integument: Structure and function. V: The Natural History of the Crustacea, Volume 1: Functional Morphology and Diversity: Thiel M., Watling L. (ur.). New York, Oxford University Press, 140–166.
- Schmalfuss, H. (1978). Morphology and function of cuticular micro-scales and corresponding structures in terrestrial isopods (Crust., Isop., Oniscoidea). Zoomorphologie, 91, 263–274. <https://doi.org/10.1007/BF00999815>
- Zidar, P., Drobne, D. in Štrus, J. (1998). Determination of moult stages of *Porcellio scaber* (Isopoda) for routine use. Crustaceana, 71(6), 646–654.

The role of the *MAN1A1* gene in nitrogen efficiency and pollution related traits in Brown Swiss dairy cows

Žan Pečnik^{1,2}, Daša Jevšinek Skok^{1,*}

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za živinorejo, Ljubljana, Slovenija

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko, Ljubljana, Slovenija

* dasa.jevsinekskok@kis.si

Introduction

Nitrogen (N) excretion from dairy cattle is a major contributor to environmental pollution, mainly through emissions of ammonia (NH₃) and nitrous oxide (N₂O), a potent and long-lived greenhouse gas. Most of the excreted nitrogen originates from excess dietary protein, which is converted by ruminant metabolism and excreted through urine and feces. Since direct measurement of total nitrogen excretion (N_{ex}) is impractical on a large scale, models are used to estimate N_{ex} and nitrogen excretion intensity (N_{exi}; which is excretion relative to milk yield). Recent studies (De Hass et al., 2021; Brito et al., 2021) emphasize the importance of selecting cows to improve N efficiency without sacrificing productivity. Furthermore, genomics background of traits similar to N_{exi} were recently investigated (Pegolo et al., 2018; Manzanilla-Pech et al., 2022; Ma et al., 2023). However, genetics background was not known until recently. Our study provides insights into the genetic background of N_{exi} in dairy cows, with a focus on identifying significant genetic variants. The findings can support breeding efforts to enhance nitrogen efficiency in dairy cows, thereby reducing environmental impact and contributing to food security.

Material and methods

We utilized data from 875 genotyped Brown Swiss dairy cows in Slovenia, using phenotypic records from the Central Cattle Database (Jeretina et al., 1997). Data included calving dates, milk yield, and milk urea content collected during routine monthly recordings. A total of 2,147 lactation records from 200 herds were used. Animals were genotyped using SNP microarray ICBF International Dairy and Beef v3 (53,262 markers), with 38,427 SNPs retained after quality control using PLINK. We calculated N_{ex} using a modified Šebek et al. (2014) equation: $N_{ex} = 129.9 + 0.0089 \times (\text{milk_f} \times (365/\text{IP}) - 7,744) + 1.7 \times (\text{urea} - 26)$, where milk_f is milk production in full lactation and IP is the inter-calving period. We calculated N_{exi} as the ratio of

N_{ex} to milk yield over a full lactation, adjusted for IP. Ammonia (NH_3) and nitrous oxide (N_2O) emissions were assessed based on N_{ex} , following EMEP/EEA (2019) and IPCC (2021) methods. We assumed all manure was stored as slurry with no emission mitigation measures. We calculated NH_3 and N_2O emission using housing and storage emission factors (0.24 and 0.25, respectively), and converted to CO_2 equivalents using a global warming potential (100) factor of 265. We performed association analysis using a linear mixed model, applying FDR correction to control for multiple testing.

Results and Conclusions

We found 1,456 SNPs associated with N_{exi} (adjusted p -value < 0.01). The most significant SNP from our association study is rs42786248, located within the intron of the *MAN1A1* gene on chromosome BTA9. Cows with the AA genotype exhibit the highest milk production, averaging 6,375 kg/year, followed by AC (6,141 kg/year) and CC (5,628 kg/year). Milk urea content remains stable across genotypes, with values ranging from 19.71 to 20.1 mg/100 ml. N_{ex} declined with increasing presence of the C allele; AA cows excrete 107.1 kg/year with a N_{exi} of 17.19 g/kg, whereas CC cows show reduced excretion at 101.0 kg/year but a higher intensity (18.68 g/kg), indicating less efficient production. Similarly, NH_3 and N_2O emissions decrease progressively from AA to CC genotypes. However, when emissions are expressed per unit of milk, CC cows exhibit the highest N_2O emissions intensity (55.55 g CO_2 eq/kg milk), suggesting a trade-off between total emissions and per-unit efficiency. Overall, the AA genotype is associated with higher productivity and lower emission intensity. The identified SNPs serve as potential targets for selective breeding programs, aimed at reducing N_{exi} and associated NH_3 and N_2O emissions in cattle production, thus contributing to more efficient milk production.

Viri

- Brito, L.F., Bedere, N., Douhard, F., Olivera, H.R., Arnal M., Peñagaricano, F., Schinckel A.P., & Baes, C. F. (2021). Review: genetic selection of high-yielding dairy cattle toward sustainable farming systems in a rapidly changing world. *Animal*, 15(1), 100292. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100292>
- De Haas, Y., Veerkamp, R.F., De Jong, G., & Aldridge, M.N. (2021). Selective breeding as a mitigation tool for methane emissions from dairy cattle. *Animal*, 15(1), 100294. <https://doi.org/10.1016/j.animal.2021.100294>
- EMEP/EEA (2019): Technical Guidance to Prepare National Emission Inventories. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/emep-eea-guidebook-2019/part-b-sectoral-guidance-chapters/4-agriculture/3-b-manure-management>

- IPCC (2021). Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. Lonnoy, J.B.R. Matthews, T.K. Maycock, T. Waterfield, O. Yelekçi, R. Yu, and B. Zhou (ur.). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2391 pp. <https://doi.org/10.1017/9781009157896>
- Jeretina, J., Ivanovič, B., Podgoršek, P., Perpar, T., Logar, B., Sadar, M., Jenko, J., Glad, J., Božič, A., & Žabjek, A. (1997). Centralno podatkovna zbirka Govedo. Ljubljana (Slovenija): Kmetijski inštitut Slovenije. <http://www.govedo.si>. Ma, L., Luo, H., Brito, L.F., Chang, Y., Chen, Z., Lou, W., Zhang, F., Wang, L., Guo, G., & Wang Y. (2023). Estimation of genetic parameters and single-step genome-wide association studies for milk urea nitrogen in Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 106(1), 352–363.
- Manzanilla-Pech, C.I.V., Difford, G.F., Sahana, G., Romé, H., Løvendahl, P., & Lassen, J. (2022). Genome-wide association study for methane emission traits in Danish Holstein cattle. *Journal of Dairy Science*. 105(2), 1357–1368.
- Pegolo, S, Mach, N., Ramayo-Caldas, Y., Schiavon, S., Bittante, G., & Cecchinato, A. (2018). Integration of GWAS, pathway and network analyses reveals novel mechanistic insights into the synthesis of milk proteins in dairy cows. *Scientific Reports*. 8(1), 566.
- Šebek, L.B., Bikker, P., van Vuuren, A.M., & van Krimpen, M. (2014). Nitrogen and Phosphorous Excretion Factors of Livestock. Task 2: In-Depth Analyses of Selected Country Reports. Wageningen UR Livestock Research, 137 str.

Zgodnje odkrivanje vnetnega stanja v vimenu in napoved števila somatskih celic v mleku z uporabo električne prevodnosti pri robotski molži

Urban Vodopivec^{1,*}, Janez Jeretina¹, Daša Jevšinek Skok¹, Milena Kovač²

¹ Kmetijski inštitut Slovenije, Oddelek za živinorejo

² Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za zootehniko

* urban.vodopivc@kis.si

Uvod

Vnetja vimena (mastitis) so med najpogostejšimi boleznimi mlečnih krav, ki vplivajo na kakovost in količino mleka ter dobrobit živali (Juozaitienė idr., 2015). Povečano število somatskih celic (ŠSC) v mleku je ključni kazalnik zdravja vimena in zgodnjega odkrivanja mastitisa (Hagnestam-Nielsen idr., 2009). Električna prevodnost (EP) mleka, merjena z avtomatskimi molznimi sistemi (AMS), se je izkazala kot potencialni indikator za zgodnje odkrivanje mastitisa (Fernando idr., 1982). Namen raziskave je bil oceniti zanesljivost EP mleka, števila molž in dnevnih količin mleka kot napovednih dejavnikov za log-ŠSC pri robotski molži, da bi omogočili pravočasne ukrepe za izboljšanje zdravja krav in kakovosti mleka.

Materiali in metode

Podatke smo pridobili iz centralne podatkovne zbirke Govedo za obdobje 2020–2024. V analizo smo vključili 34.286 podatkov o količini mleka, ŠSC, EP, datumu molže in telitve pri 2.725 kravah črno-bele pasme, ki so imele vsaj tri kontrole na laktacijo. Zajeli smo 28 rej s povprečno velikostjo črede 97,5 živali. Upoštevali smo najvišjo vrednost EP v eni četrti vimena, saj se vnetje običajno pojavi v eni ali dveh četrtih. Meritve pred 5. dnem laktacije smo izključili. Zaradi asimetrične porazdelitve ŠSC smo vrednosti logaritmirali (log-ŠSC). Log-ŠSC (y_{ijklmn}) smo obdelali z mešanim modelom: $y_{ijklm} = \mu + S_i + Z_j + b_{L1}(x_{Lijkm}/305) + b_{L2}(x_{Lijkm}/305)^2 + b_{L3}(\log(305/x_{Lijkm})) + b_{L4}(\log(305/x_{Lijkm}))^2 + b_M(x_{Mijkm} - \bar{x}_M) + b_E(x_{Eijkm} - \bar{x}_E) + lmr_{klm} + p_{ijkl} + e_{ijklmn}$, kjer μ - pomeni srednja vrednost; S_i - dnevno število molž ($i = 1, 2, 3$ in ≥ 4); Z_j - zaporedna laktacija ($j = 1, 2, 3$ in ≥ 4); x_{Lijkm} - zaporedni dan molže z laktacijsko krivuljo po Ali-Scheaffer-ju; x_{Mijkm} - dnevna količina mleka; x_{Eijkm} - EP mleka ter pripadajočih šest regresijskih koeficientov; lmr_{klm} - interakcija rejec x leto-mesec kontrole; p_{ijkl} - permanentno okolje in e_{ijklmn}

- ostanek. Model smo razvili iterativno z uporabo 80 % podatkov za učenje in 20 % za testiranje. Zanesljivost modela smo ocenili z deležem pojasnjene variance (R^2), standardnim odklonom ostanka (RMSE) in relativno standardno napako ocene (RSE).

Rezultati in razprava

Povprečna dnevna količina mleka je bila 30,70 kg, povprečno ŠSC 81,81 tisoč celic/ml, povprečna EP pa 4,56 mS/cm, kar kaže na dobro zdravje vimena (Jeretina, 2020). Z modelom smo pojasnili 85,28 % variance log-ŠSC, pri čemer je sistematski del prispeval 22,20 %, naključni pa 63,08 %. Korelacija med izmerjenim in napovedanim log-ŠSC je bila 0,74. EP mleka je pomembno vplivala na log-ŠSC ($p < 0,001$); za vsak 1 mS/cm višjo EP se log-ŠSC poveča za 0,68 enote. ŠSC narašča z zaporednimi laktacijami, kar je skladno z večjo dovzetnostjo za mastitis pri starejših kravah (Bobbo idr., 2024). Pogostejša molža (do trikrat na dan) je bila povezana z nižjim log-ŠSC, kar zmanjšuje tveganje za okužbe (Norberg idr., 2004). Log-ŠSC je najvišji na začetku laktacije, doseže minimum v drugem ali tretjem mesecu in nato narašča. Večja količina mleka je povezana z nižjim log-ŠSC (Hagnestam-Nielsen idr., 2009). Model je bil zanesljiv za napovedovanje log-ŠSC v srednjem območju, vendar manj natančen pri skrajnih vrednostih. RMSE je znašal 0,86, RSE pa 0,93, kar kaže na določeno nenatančnost, zlasti pri visokih ŠSC. Napovedi so bile precenjene pri nizkih in podcenjene pri visokih vrednostih log-ŠSC. EP mleka je obetaven indikator za sprotno spremljanje zdravja vimena z AMS. Za večjo natančnost bi bile potrebne pogostejše analize ŠSC po četrtih vimena, vključitev genomskih podatkov in več opazovanj pri visokih ŠSC.

Viri

- Bobbo, T., Matera, R., Biffani, S., Gómez, M., Cimmino, R., Pedota, G. in Neglia, G. (2024). The sources of variation of electrical conductivity and total and differential somatic cell count in Italian Mediterranean buffaloes. *Journal of Dairy Science*, 107(1), 508–515. <https://doi.org/10.3168/jds.2023-23629>
- Fernando, R. S., Rindsig, R. B. in Spahr, S. L. (1982). Electrical conductivity of milk for detection of mastitis. *Journal of Dairy Science*, 65(4), 659–664. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(82\)82245-5](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(82)82245-5)
- Hagnestam-Nielsen, C., Emanuelson, U., Berglund, B. in Strandberg, E. (2009). Relationship between somatic cell count and milk yield in different stages of lactation. *Journal of Dairy Science*, 92(7), 3124–3133. <https://doi.org/10.3168/jds.2008-1719>
- Jeretina, J. (2020). Uporaba analitskih podatkov vzorcev mleka kontrole mlečnosti. Predstavitev na izobraževanju najtežjih strokovnih nalog v živiloreji, Kmetijski inštitut Slovenije, Ljubljana, 2.2.2020. <https://rjavo.govedo.si/wp-content/uploads/2020/04/Uporaba-analitskih-podatkov-vzorcev-mleka-kontrole-mle%C4%8Dnosti-Janez-Jewretina.pdf> (dostopano 29.4.2025)

- Juozaityenė, V., Juozaitis, A., Brazauskas, A., Žymantienė, J., Žilaitis, V., Antanaitis, R., Stankevičius, A. in Bobinienė, R. (2015). Investigation of electrical conductivity of milk in robotic milking system and its relationship with milk somatic cell count and other quality traits. *Journal of Vibroengineering*. Kaunas, Lithuania: JVE International. ISSN 2335-2124 (print), ISSN 2424-4635 (online).
- Norberg, E., Hogeveen, H., Korsgaard, I. R., Friggens, N. C., Sloth, K. H. M. N. in Løvendahl, P. (2004). Electrical conductivity of milk: Ability to predict mastitis status. *Journal of Dairy Science*, 87(4), 1099–1107. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)73256-7](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)73256-7)

Cool is safe and safe is cool: A questionnaire study of Slovenian consumers' food safety through temperature management

Maja Bensa^{1,*}, Mojca Jevšnik Podlesnik², Irena Vovk³

¹ University of Ljubljana, Faculty of Health Sciences, Research Institute of Faculty of Health Sciences, Ljubljana, Slovenia

² University of Ljubljana, Faculty of Health Sciences, Department of Sanitary Engineering, Ljubljana, Slovenia

³ National Institute of Chemistry, Laboratory for Food Chemistry, Ljubljana, Slovenia

* maja.bensa@zf.uni-lj.si

Introduction

Foodborne diseases cause negative effects on the society, health sector and economy on the global scale. A key weakness in ensuring food safety is the aspect of consumers' food safety at home, where due to inadequate knowledge, attitudes and food handling practices a significant part of foodborne illnesses occur. The European Food Safety Authority has found that the primary place of exposure to foodborne outbreaks is in domestic premises (2016-2023) (EFSA, n.d.). The outbreaks of foodborne diseases in the domestic environment presents a public health challenge and consumers have a significant role in ensuring food safety. But unlike other parts of the food safety chain governed by regulations and inspections (from production through retail), consumers' food safety relies on: 1) consumer knowledge, 2) attitude and 3) practice (KAP) of food safety. Enhanced understanding of consumer food safety knowledge, attitude, and practice is essential for improving consumer food safety and public health. One of the important aspects for maintaining food safety is ensuring food storage at appropriate temperatures. The aim of this study was to investigate consumers' food safety knowledge, attitude and practice relate to the use of refrigerators (cold chain maintenance) in Slovenia.

Material and Methods

The Consumer food safety study was approved by the Biotechnical Faculty Ethical Committee (Komisija za etično presojo raziskav s področja prehrane (KEP) - KEP-3-12/2023). The study was performed using a validated questionnaire and the research questions were based on the matrix of consumer food safety exploring knowledge, attitude and practice through a wide scope of consumer food handling activities (from shopping to food preparation - including

refrigeration). Slovenian consumers older than 18 years, and of different ages, genders and educational backgrounds were invited to participate in the online questionnaire using snowball sampling (utilizing emails, fliers, posters as well as social media for the dissemination). There were 1621 consumers in Slovenia who participated in the study and completed the questionnaire. The levels of KAP among consumers were analysed using descriptive statistics in SPSS.

Results and Conclusions

The presented results include highlights about the refrigerator storage and temperature by exploring the food safety related aspects of knowledge, attitude and practice in connection to maintaining appropriate temperatures in the refrigerators in consumers' homes. The participants had a heterogeneous age structure (18-90 years) but were predominantly women and most participants had university education. The knowledge aspect, investigated through importance of appropriate food storage temperature for food safety revealed a particularly good level of knowledge. However, the knowledge question on recommended temperature for food storage in the refrigerator showed much more diverse (correct and incorrect) replies. Attitude, on importance of the temperature at which the food stored in the refrigerators, was mostly positive. The practice aspect about checking the temperature in the refrigerator showed that most of the participants checked the temperature on the screen, followed by those who did not check, while checking with a thermometer was not a frequent practice. The results showed good levels of positive attitude, both appropriate and lacking levels of knowledge and need for improvements in the aspect of practice. These findings can serve as important indicators of where different interventions could be directed to improve public health.

Acknowledgements

The authors acknowledge the financial support from the Slovenian Research and Innovation Agency ("Young Researchers" program - Maja Bensa, research core funding No. P3-0388 and P1-0005).

Reference

EFSA. (n.d.) EFSA Foodborne Outbreaks Dashboard. <https://www.efsa.europa.eu/en/microstrategy/FBO-dashboard>.

