

Sveučilište Josipa Jurja
Štrosmayera u Osijeku

Fakultet
agrotehničkih
znanosti Osijek

ZBORNIK SAŽETAKA BOOK OF ABSTRACTS



DAN DOKTORATA

2026

19. listopada 2026.

Izdavač: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Glavna urednica: izv. prof. dr. sc. Željka Klir Šalavardić

Tehničke urednice: Gorana Rašić, univ. mag. ing. agr.

Dunja Udovičić, univ. mag. iur.

Grafička priprema: Gorana Rašić, univ. mag. ing. agr.

Dunja Udovičić, univ. mag. iur.

ISBN: 978-953-8421-22-8

ZBORNIK SAŽETAKA **BOOK OF ABSTRACTS**

Osijek, 2026.

ŠTO JE DAN DOKTORATA?



Dan doktorata se organizira zbog javnog prikazivanja rezultata istraživanja u sklopu obranjenih doktorskih radova, kao i preliminarnih rezultata istraživanja nakon pozitivno ocijenjenih tema doktorskih radova tijekom prethodne akademske godine. Navedeno će pridonijeti što učinkovitijoj pomoći doktorandima pri izradi svojih doktorskih radova. **Cilj organiziranja Dana doktorata je sveobuhvatnije upoznavanje javnosti s izvođenjem i radom dokorskog studija, razmjena iskustava vezanih za istraživanja doktoranada te iskustava mentora, uvid u raznolikost znanstvenog rada dokorskog studija i njegovu popularizaciju, kao i transfer znanja u gospodarstvo.**

Studenti 2. i 3. godine dokorskog studija „Poljoprivredne znanosti“ koji imaju pozitivno ocijenjenu temu dokorskog rada obvezni su sudjelovati na Danu doktorata. Prema Pravilima o dokorskom studiju Povjerenstvo za stjecanje doktorata znanosti na prijedlog Vijeća modula dokorskog studija može doktorandu za javno predavanje o temi rada dodijeliti 2 ECTS boda.

Predstavljanje rezultata doktorata organizirat će se u obliku poster prezentacije za pozitivno ocijenjene teme dokorskih radova u obimu u kojem su one provedene (preliminarni rezultati ili plan rada), u obliku usmenog izlaganja u trajanju od 2 minute, ili putem usmenog izlaganja u trajanju do 15 minuta za obranjeni dokorski rad u prethodnoj akademskoj godini.



SADRŽAJ

izv. prof. dr. sc. Boris Lukić

Od pogleda uzgajivača do genoma i umjetne inteligencije	1
From the breeder's eye to the genome and artificial intelligence	2

Iva Arači, univ. mag. informatol.

Umjetna inteligencija u istraživačkom radu	3
Artificial Intelligence in Research Work	4

dr. sc. Elena Petrović

Identifikacija patogenih gljiva i antifungalni utjecaj eteričnih ulja i biljnih voda na patogene masline	5
Identification of pathogenic fungi and the antifungal effect of essential oils and olive mill wastewaters on olive pathogens	6
Životopis	8

dr. sc. Marko Ivić

Analiza usvajanja i učinkovitosti primjene dušika (NUE) u ovisnosti o razini dušika, agroekološkim uvjetima i genotipu pšenice	9
Analysis of nitrogen uptake and use efficiency (NUE) depending on nitrogen level, agroecological conditions and wheat genotype	10
Životopis	11

dr. sc. Miroslav Salaić

Primjena genomskog prediktivnog modeliranja kombinatornih sposobnosti u selekciji oplemenjivačkih linja kukuruza	12
The application of genomic predictive modeling of combining abilities in the selection of maize breeding lines	14
Životopis	16

dr. sc. Goran Herman

Optimiziranje produkcije bijele dijeteline (<i>Trifolium repens</i> L.) magnetskim predtretmanima sjemena	17
Optimization of white clover (<i>Trifolium repens</i> L.) production through magnetic seed pretreatments	19
Životopis	21

Katarina Pandžić, univ. mag. ing. agr.

Kvalitativna i kvantitativna analiza pojavnosti GMO sekvenci u sjemenu, hrani i hrani za životinje u Republici Hrvatskoj	22
Qualitative and Quantitative Analysis of the Occurrence of GMCs Sequences in Seeds, Food and Feed in the Republic of Croatia	24
Životopis	26

Goran Lipavić, univ. spec. agr.

Fenotipska i molekularna analiza intramuskularne masti i kvalitete mesa crne slavonske svinje	27
Phenotypic and molecular analysis of intramuscular fat and meat quality of black Slavonian pig	29
Životopis	31

Josipa Štavalj, univ. mag. ing. agr.

Utjecaj morfoloških i fizioloških parametara na reproduktivni potencijal matica i trutova medonosne pčele (<i>Apis mellifera</i> L.)	32
The influence of morphological and physiological parameters on reproductive potential of honey bee queens and drones (<i>Apis mellifera</i> L.)	34
Životopis	36

Vedran Slijepčević, dr. med. vet.

Korištenje prostora kod euroazijskog risa (<i>Lynx lynx</i>) u Hrvatskoj	37
Space use of the Eurasian lynx (<i>Lynx lynx</i>) in Croatia	38
Životopis	39

Nikolina Šimić, dipl. ing. agr.

Predsjetveni tretman sjemena soje nanočesticama Se, Si i Zn za ublažavanje abiotičkog stresa	40
Soybean Seed Priming with Selenium, Silicon, and Zinc Nanoparticles to Alleviate Abiotic Stress	42
Životopis	44

Dubravka Hefer, univ. spec. agr.

Učinak biofortifikacije ječma na proizvodne odlike i akumulaciju selena i cinka u zrnu genotipova ozimog ječma <i>Hordeum vulgare</i> L.	45
Effect of barley biofortification on production traits and the accumulation of selenium and zinc in the grain of winter barley (<i>Hordeum vulgare</i> L.) genotypes	47
Životopis	49

Ivana Zegnal, dipl. ing. preh. teh.

Usporedba modela za predikciju biljkama pristupačnih frakcija mangana i bakra u tlima kontinentalnog dijela Republike Hrvatske	50
Comparison of Models for Estimating Plant-Available Fractions of Manganese and Copper in Soils of Continental Croatia	52
Životopis	54

Zvonimir Lalić, univ. mag. ing. agr.

Višegodišnja analiza genotipova ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u uvjetima aktualnih klimatskih promjena (<i>Triticum aestivum</i> L.)	55
Multi-year analysis of winter wheat genotypes in the Republic of Croatia under current climate change conditions (<i>Triticum aestivum</i> L.)	57
Životopis	59

Helena Ereš, univ. mag. ing. agr.

Biološka aktivnost i selektivnost ionskih tekućina na bazi imidazola prema štetnim i korisnim beskralježnjacima	60
Biological Activity and Selectivity of Imidazole-Based Ionic Liquids towards Pest and Beneficial Invertebrates	61
Životopis	62

Od pogleda uzgajivača do genoma i umjetne inteligencije

izv. prof. dr. sc. Boris Lukić

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Odabir životinja za uzgoj stoljećima se temeljio na opažanju njihova izgleda, proizvodnje i ponašanja. Razvoj genetike postupno je omogućio razumijevanje nasljeđivanja i preciznije razlikovanje genetskog potencijala od učinaka okoliša. Cilj je izlaganja približiti ključne promjene u genetici i selekciji domaćih životinja te pokazati kako su povijesne spoznaje povezane s današnjom primjenom genomike, senzorskih tehnologija i umjetne inteligencije. Povijesni pregled obuhvatit će Bakewellov pristup sustavnom odabiru i parenju životinja, Mendelova pravila nasljeđivanja, doprinos Fishera i Wrighta razvoju kvantitativne i populacijske genetike te Hendersonove metode procjene uzgojne vrijednosti. Na toj će se osnovi prikazati prijelaz s podataka o podrijetlu i proizvodnim svojstvima na korištenje SNP markera, genomsku selekciju i sekvenciranje genoma. Poseban naglasak bit će na povezanosti genomskih informacija s pouzdanim mjerenjem svojstava životinja. Senzori, automatizirani sustavi mužnje, termalne kamere i računalni vid omogućuju kontinuirano praćenje proizvodnje, aktivnosti, preživljanja i drugih pokazatelja ponašanja i fiziološkog stanja. Iz tih podataka oblikuju se novi digitalni fenotipovi koji mogu pridonijeti istraživanju zdravlja, dobrobiti i prilagodljivosti životinja. Na primjerima iz mliječnog govedarstva razmotrit će se kako različite reakcije životinja na iste okolišne uvjete postaju polazište za istraživanje njihove genetske osnove. Umjetna inteligencija predstaviti će se kao alat za obradu složenih podataka, prepoznavanje obrazaca i razvoj prediktivnih modela, uz naglasak na potrebi za biološkom interpretacijom i provjerom rezultata. Zaključna je poruka da napredak u selekciji proizlazi iz povezivanja genetskih spoznaja, kvalitetnih fenotipskih podataka i odgovarajućih analitičkih metoda.

From the breeder's eye to the genome and artificial intelligence

Associate Professor Boris Lukić

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

For centuries, animals were selected for breeding by observing their appearance, production and behaviour. Advances in genetics gradually improved our understanding of inheritance and our ability to distinguish genetic potential from environmental effects. This presentation aims to introduce key developments in livestock genetics and breeding, linking historical discoveries with contemporary applications of genomics, sensor technologies and artificial intelligence. The historical overview will cover Bakewell's systematic approach to selection and mating, Mendel's laws of inheritance, the contributions of Fisher and Wright to quantitative and population genetics, and Henderson's methods for estimating breeding values. This foundation will support an account of the transition from pedigree and performance records to SNP markers, genomic selection and genome sequencing. Particular emphasis will be placed on linking genomic information with reliable measurement of animal traits. Sensors, automated milking systems, thermal cameras and computer vision enable continuous monitoring of production, activity, rumination and other indicators of behaviour and physiological status. These data provide the basis for novel digital phenotypes that can support research into animal health, welfare and adaptability. Examples from dairy cattle will illustrate how differences in animals' responses to the same environmental conditions can provide a starting point for investigating their genetic basis. Artificial intelligence will be presented as a tool for processing complex data, recognising patterns and developing predictive models, with emphasis on biological interpretation and validation of results. The concluding message is that progress in animal breeding depends on combining genetic knowledge, high-quality phenotypic data and appropriate analytical methods.

Umjetna inteligencija u istraživačkom radu

Iva Arači, univ. mag. informatol.

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Razvoj generativne umjetne inteligencije posljednjih je godina značajno utjecao na način na koji istraživači pronalaze, obrađuju, analiziraju i predstavljaju znanstvene informacije. Umjetna inteligencija sve se češće koristi kao pomoćni alat u različitim fazama istraživačkog procesa – od oblikovanja istraživačkog pitanja i pretraživanja literature do analize podataka, jezičnog uređivanja i pripreme znanstvenih publikacija.

U izlaganju će se prikazati mogućnosti primjene alata umjetne inteligencije u svakodnevnom istraživačkom radu, s posebnim naglaskom na njihovu primjenu u radu sa znanstvenom literaturom. Bit će predstavljeni primjeri korištenja umjetne inteligencije za identificiranje ključnih pojmova i sinonima, oblikovanje strategija pretraživanja, analizu i usporedbu znanstvenih radova, prepoznavanje potencijalnih istraživačkih praznina te kritičko čitanje i strukturiranje znanstvenih informacija. Posebna će se pažnja posvetiti oblikovanju kvalitetnih upita (promptova) koji omogućuju učinkovitije i preciznije korištenje AI alata.

Uz prednosti, razmotrit će se i ograničenja i rizici povezani s uporabom umjetne inteligencije u znanstvenom radu, uključujući pojavu netočnih ili izmišljenih informacija i bibliografskih podataka, pitanje zaštite povjerljivih istraživačkih podataka, autorstva, transparentnosti te akademskog integriteta. Naglasit će se važnost provjere informacija u relevantnim znanstvenim i bibliografskim izvorima te odgovornost istraživača za konačni sadržaj, interpretaciju i zaključke istraživanja.

Cilj je izlaganja pokazati kako umjetnu inteligenciju koristiti kao istraživačkog pomoćnika koji može povećati učinkovitost istraživačkog rada, pritom zadržavajući kritičko mišljenje, metodološku odgovornost i znanstveni integritet istraživača.

Artificial Intelligence in Research Work

Iva Arači, univ. mag. informatol.

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

The development of generative artificial intelligence in recent years has significantly influenced the way researchers find, process, analyze, and present scholarly information. Artificial intelligence is increasingly being used as an assistive tool at various stages of the research process, from formulating research questions and searching the literature to data analysis, language editing, and preparing scientific publications.

This presentation will explore the possibilities of applying artificial intelligence tools in everyday research, with particular emphasis on their use in working with scholarly literature. Examples will be presented of how artificial intelligence can be used to identify key concepts and synonyms, develop search strategies, analyze and compare scientific papers, identify potential research gaps, and support the critical reading and organization of scholarly information. Particular attention will be given to the formulation of effective prompts that enable more efficient and precise use of AI tools. Alongside its benefits, the presentation will address the limitations and risks associated with the use of artificial intelligence in scientific research, including the generation of inaccurate or fabricated information and bibliographic references, the protection of confidential research data, authorship, transparency, and academic integrity. Emphasis will be placed on the importance of verifying information against relevant scholarly and bibliographic sources, as well as on the researcher's responsibility for the final content, interpretation, and conclusions of the research.

The aim of the presentation is to demonstrate how artificial intelligence can be used as a research assistant to improve the efficiency of the research process while preserving critical thinking, methodological responsibility, and research integrity.

Identifikacija patogenih gljiva i antifungalni utjecaj eteričnih ulja i biljnih voda na patogene masline

dr. sc. Elena Petrović

Institut Ruđer Bošković, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentorica: prof. dr. sc. Karolina Vrandečić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane doktorskog rada: 8. prosinca 2025.

Sažetak prikazuje: sažetak doktorskog rada

Gljive su iznimno važni organizmi, s ključnom ulogom u ekosustavima. U poljoprivrednoj proizvodnji je čak 70–80% biljnih bolesti prouzročeno gljivama. Precizna identifikacija gljiva ključna je zbog njihove raznolikosti, pri čemu se koristi kombinacija morfoloških i molekularnih metoda. Klimatske promjene i intenzivna poljoprivreda pogoduju širenju fitopatogena, a Mediteran se smatra osobito ranjivim. Maslina je pogođena sve većim brojem bolesti koje uzrokuju patogene gljive. Ovo istraživanje je za ciljeve imalo identifikaciju gljiva s masline, ispitivanje njihove patogenosti, procjenu antifungalnog utjecaja eteričnih ulja (EtU) i otpadnih biljnih voda masline (OBVM) te utvrđivanje osjetljivosti različitih sorata maslina na patogene. Hipoteze su uključivale mogućnost pronalaska novih patogena, varijacije u patogenosti gljiva i osjetljivosti sorti te učinkovitosti alternativnih tretmana poput EtU i OBVM u suzbijanju patogena. Terenskim istraživanjem u Istri i na Kvarneru, Hrvatska, prikupljeni su uzorci zaraženih maslina. Iz njih su izolirane i identificirane različite vrste gljiva, pri čemu su korištene morfološke i molekularne metode. Ukupno je identificirano šest vrsta iz porodice Botryosphaeriaceae Theiss. & Syd. i osam vrsta iz razreda Sordariomycetes O.E. Erikss. & Winka, od kojih je pet prvi put zabilježeno na maslini u Hrvatskoj uz dodatnih šest koje su prvi put zabilježene na maslini u svijetu. Testovi patogenosti pokazali su da su svi izolati gljiva patogeni za maslinu, dok su testovi otpornosti sorata pokazali da sorte pokazuju različite razine otpornosti na zaraze. Antifungalni testovi s EtU pokazali su da su EtU kineskog cimeta, origana i njihove glavne komponente (e-cinamaldehyd i karvakrol) iznimno učinkoviti protiv svih testiranih gljiva. S druge strane, EtU limuna i paprene metvice, kao i njihove komponente (limonen i mentol), pokazali su slabije djelovanje. EtU su u mnogim slučajevima pokazala veću učinkovitost od komercijalnih fungicida. Analizom OBVM utvrđeno je da se one, nakon određene obrade, mogu koristiti kao održiva alternativa kemijskim sredstvima. Također, OBVM mogu se koristiti za izolaciju fenola i mikroorganizama. Zaključno, ovo istraživanje ističe važnost kombinirane primjene morfoloških i molekularnih metoda za identifikaciju gljiva, potrebu za razvojem održivih metoda zaštite bilja i važnost istraživanja otpornosti sorata.

Ključne riječi: *antagonizam, biološka kontrola, prvi izvještaj, valorizacija otpada, Olea europaea L.*

Identification of pathogenic fungi and the antifungal effect of essential oils and olive mill wastewaters on olive pathogens

PhD Elena Petrović

Ruder Bošković Institute, Bijenička cesta 54, 10000 Zagreb

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Karolina Vrandečić, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of defense of the doctoral thesis: December 8th, 2025

The summary shows: Abstract of doctoral thesis

Fungi are extremely important organisms, playing key role in ecosystems. In agriculture, as much as 70–80% of plant diseases are caused by fungi. Accurate identification of fungi is crucial due to their diversity, employing a combination of morphological and molecular methods. Climate change and intensive agriculture favor the spread of phytopathogens, with the Mediterranean region considered particularly vulnerable. Olive trees are increasingly affected by diseases caused by pathogenic fungi. This research had several main objectives: to identify fungi associated with olives, to examine their pathogenicity, to assess the antifungal effects of essential oils (EOs) and olive mill wastewaters (OMWWs), and to determine the susceptibility of different olive cultivars to pathogens. The hypotheses included the possibility of discovering new phytopathogens, variations in fungal pathogenicity and varietal sensitivity, and the effectiveness of alternative treatments such as EOs and OMWWs in controlling pathogens. Field surveys in Istria and Kvarner, Croatia, led to the collection of infected olive samples. Various fungal species were isolated and identified using morphological and molecular methods. A total of six species from the family Botryosphaeriaceae Theiss. & Syd. and eight species from the class Sordariomycetes O.E. Erikss. & Winka were identified, five of which were recorded on olive in Croatia for the first time, along with an additional six species recorded on olive for the first time worldwide. Pathogenicity tests showed that all fungal isolates were pathogenic to olives, while cultivar resistance tests revealed that different cultivars exhibited varying levels of resistance to infection. Antifungal tests with EOs demonstrated that Chinese cinnamon and oregano EOs, along with their main components (e-cinnamaldehyde and carvacrol), were highly effective against all tested fungi. Conversely, lemon and peppermint EOs, as well as their components (limonene and menthol), showed weaker activity. In many cases, EOs exhibited greater efficacy than commercial fungicides. Analysis of OMWWs indicated that, after specific treatment, it can serve as a sustainable alternative to chemical agents.

Additionally, OMWWs can be used for the extraction of phenols and microorganisms. In conclusion, this research highlights the importance of combining morphological and molecular methods for fungal identification, the need to develop sustainable plant protection methods, and the significance of studying indigenous cultivars for their disease resistance.

Keywords: *antagonism, biological control, first report, waste valorisation, Olea europaea L.*



ELENA PETROVIĆ

Elena Petrović rođena je 1993. godine u Rijeci, gdje završava srednju Medicinsku školu u Rijeci. Na Veleučilištu u Požegi 2016. godine završava preddiplomski stručni studij Prehrambena tehnologija. Na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, 2019. godine završava diplomske studije Ekološka poljoprivreda i Biljna proizvodnja, s prosječnom ocjenom 5,0. U Visokoj poslovnoj školi PAR u Rijeci 2021. godine završava program Voditeljica izrade i provedbe projekata financiranih iz EU fondova. Tijekom diplomskog studija nagrađena je Dekanovom nagradom, Pohvalom za uspješnost u studiranju, stipendijom za izvrsnost te poveljom Najbolji student generacije. Poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti, smjer Zaštita bilja, upisuje 2021. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Tijekom dokorskog studija nagrađena je nagradom za najbolji poster na Simpoziju agronoma u Dubrovniku te nagradom Rad po izboru urednika MDPI Horticulturae. Od 2021. do 2025. godine radila je kao asistentica na projektima Hrvatske zaklade za znanost na Institutu za poljoprivredu i turizam u Poreču. Od 2026. godine zaposlena je kao viša asistentica na Institutu Ruđer Bošković u Zagrebu. Prisustvovala je na devet usavršavanja, od kojih četiri u inozemstvu (Portugal, Rumunjska, Slovačka i Slovenija) i pet u Hrvatskoj. Sudjelovala je na brojnim znanstvenim simpozijima i kongresima. Članica je Hrvatske agronomske komore, Hrvatskog mikrobiološkog društva, Udruge Penkala i Udruge Znanost u prolazu te je upisana u Popis ovlaštenih agronoma. Kao autorica ili koautorica do sada je objavila preko 25 znanstvenih radova i više od 15 sažetaka.

Analiza usvajanja i učinkovitosti primjene dušika (NUE) u ovisnosti o razini dušika, agroekološkim uvjetima i genotipu pšenice

dr. sc. Marko Ivić

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentorica: prof. dr. sc. Brigita Popović, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane doktorskog rada: 27. ožujka 2026.

Sažetak prikazuje: sažetak doktorskog rada

Korištenje dušičnih mineralnih gnojiva omogućilo je povećanje prinosa kod ratarskih kultura, no većina dušičnih gnojiva se gubi iz tla što predstavlja značajan ekološki i ekonomski problem. Zbog toga se razvijaju strategije kako poboljšati učinkovitost korištenja mineralnih gnojiva naročito dušika. Glavni ciljevi ovoga istraživanja bili su utvrditi kako primjena dušičnih gnojiva utječe na agronomska svojstva različitih genotipova pšenice i na učinkovitost korištenja dušika (NUE) te odrediti genotipove s najvećim NUE, odrediti komponente varijance i heritabilnosti za prinos i NUE pri visokoj i niskoj razini opskrbljenosti dušikom, identificirati odnos između NUE i njegovih komponenti te na kraju utvrditi korelaciju između indeksa stresa i prinosa te sadržaja proteina u uvjetima visoke i niske opskrbljenosti dušikom te odrediti najtolerantnije genotipove pšenice obzirom na navedena svojstva. Postavljene hipoteze za ovo istraživanje bile su da će genotipovi ozime pšenice pokazati razlike u agronomskim svojstvima i iskorištenju dušika (NUE) s obzirom na pristupačnost ili količinu N u različitim agroekološkim uvjetima u Republici Hrvatskoj te da će na temelju podataka o učinkovitosti korištenja dušika i indeksa stresa u uvjetima smanjene opskrbljenosti dušikom biti moguće odabrati genotipove ozime pšenice koji će zahtijevati manji utrošak dušičnih gnojiva, uz istovremeno postizanje visokih prinosa. U ovom istraživanju korišteno je 48 genotipova ozime pšenice različitih zemalja podrijetla i godina priznavanja. Poljski pokus je postavljen kroz dvije vegetacijske sezone na tri lokacije pri dvije razine gnojidbe dušikom. Rezultati su pokazali da gnojidba značajno utječe na povećanje prinosa, sadržaja proteina u zrnu te sadržaja dušika dostupnog pšenici, dok na učinkovitost korištenja i iskorištenja dušika gnojidba nije imala pozitivan utjecaj. U istraživanju je također utvrđeno da genotipovi i okolina te njihove interakcije imaju različite utjecaje na agronomska svojstva te da se kombinacijom različitih indeksa stresa mogu identificirati genotipovi otporni na reduciranu količinu dušika.

Ključne riječi: ozima pšenica, učinkovitost korištenja dušika, indeksi stresa

Analysis of nitrogen uptake and use efficiency (NUE) depending on nitrogen level, agroecological conditions and wheat genotype

PhD Marko Ivić

Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Brigita Popović, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Doctoral dissertation defense date: March 27th, 2026

Abstract shows: Abstract of doctoral thesis

The use of mineral nitrogen fertilizers has enabled yield increases in arable crops, but most of the applied nitrogen is lost from the soil, which represents a significant environmental and economic problem. For this reason, strategies are being developed to improve the use efficiency of mineral fertilizers, especially nitrogen. The main objectives of this research were to determine how nitrogen fertilizer application affects the agronomic traits of different wheat genotypes and nitrogen use efficiency (NUE), and to identify the genotypes with the highest NUE; to estimate variance components and heritability for yield and NUE under high and low nitrogen supply; to identify the relationship between NUE and its components; and, finally, to determine the correlation between stress indices and yield and grain protein content under high and low nitrogen supply, and to identify the wheat genotypes most tolerant with respect to these traits. The hypotheses of this research were that winter wheat genotypes would differ in agronomic traits and nitrogen use efficiency (NUE) with respect to N availability or amount in different agroecological conditions in the Republic of Croatia, and that, based on data on nitrogen use efficiency and stress indices under reduced nitrogen supply, it would be possible to select winter wheat genotypes that require lower nitrogen fertilizer inputs while achieving high yields. This study used 48 winter wheat genotypes of different countries of origin and years of release. The field experiment was set up over two growing seasons at three locations under two nitrogen fertilization levels. The results showed that fertilization significantly increased yield, grain protein content and the content of nitrogen available to wheat, whereas fertilization had no positive effect on nitrogen use efficiency and nitrogen utilization efficiency. The study also found that genotypes and environment, and their interactions, have different effects on agronomic traits, and that a combination of different stress indices can be used to identify genotypes tolerant to a reduced nitrogen amount.

Keywords: *winter wheat, nitrogen use efficiency, stress indices*



MARKO IVIĆ

Marko Ivić rođen je 28. 6. 1991. godine u Virovitici. Osnovnu i srednju školu završio je u Slatini. Diplomski studij nastavnički smjer završava 2016. godine na Odjelu za kemiju Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera pri čemu stječe akademsku titulu magistra edukacije kemije. Tijekom studija sudjelovao je na Festivalima znanosti s usmenim predavanjima, a dobio je dvije pročelnikove nagrade za najboljeg studenta. 2017. godine zapošljava se na Poljoprivrednom institutu Osijek na Odjelu za genetiku i oplemenjivanje strnih žitarica kao asistent. Bio je suradnik na projektu HRZZ-a pod nazivom „Genetsko poboljšanje i optimizacija potencijala rodosti pšenice“ voditelja dr. sc. Darija Novoselovića. U razdoblju od lipnja 2024. do prosinca 2025. godine bio je suradnik na IPA-Interreg projektu „New Emerging Technologies 4 Digital Innovative Agricultural Research – NET4DINAR“. Tijekom 2018. godine boravi dva mjeseca na stručnom usavršavanju u NIAB-u, Cambridge, Velika Britanija, a u prosincu 2024. godine stručno se obučava za korištenje alata za brzu fenotipizaciju (UAV i Literal) u Hiphenu, Avignon, Francuska. Tijekom rada na Poljoprivrednom institutu Osijek kao autor i koautor sudjelovao je u izradi pet znanstvenih radova Q1 kategorije, jednog priručnika i 13 sažetaka s domaćih i međunarodnih konferencija. Koautor je „Barbe“ sorte ozime pšenice priznate 2020. godine od Ministarstva poljoprivrede Republike Hrvatske.

Primjena genomskog prediktivnog modeliranja kombinatornih sposobnosti u selekciji oplemenjivačkih linija kukuruza

dr.sc. Miroslav Salać

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentorica: prof. dr. sc. Sonja Petrović, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane doktorskog rada: 8. lipnja 2026.

Sažetak prikazuje: sažetak doktorskog rada

Uporaba genomskih podataka u prediktivnom modeliranju prinosa kukuruza već je naišla na široku primjenu u industriji (Bernardo 2020), dok se uporaba dodatnih informacija u modelima intenzivno istražuje (Cooper i Messina 2021). Prema Bertin and Gallais (2000) genotipovi se mogu značajno razlikovati prema učinkovitosti korištenja dušika. Jedno od mogućih rješenja za velike inpute u proizvodnji je selekcija kukuruza s ciljem povećanja učinkovitosti korištenja dušika (eng. Nitrogen Use Efficiency, NUE). Osim smanjenja troškova u proizvodnji povećanje iskoristivosti dušika kod kukuruza ima i pozitivan utjecaj na okoliš.

Ciljevi istraživanja.

- Utvrditi opće i posebne kombinatorne sposobnosti oplemenjivačkih linija za prinos zrna i NUE križanjem s dva testera, te istražiti fenotipske varijabilnosti između genotipova i tretmana.
- Korištenjem podataka guste genotipizacije (56.000 SNP markera) i rezultata pokusa izraditi statističke modele za genomsko predviđanje NUE
- Izraditi model za genomsko predviđanje NUE korištenjem SNP podataka i rezultata pokusa te ga usporediti s modelima prikazanim u literaturi.

Hipoteza. Istraživanje će pokazati značajnu varijabilnost u kombinatornim sposobnostima za NUE između oplemenjivačkih linija kukuruza pri čemu će biti moguće modelirati NUE u križancima oplemenjivačkih linija korištenjem molekularnih markera.

Materijal i metode. 150 odabranih linija su genotipizirane korištenjem 56.000 SNP markera iz ukupne DNK prema metodologiji Ganala i sur. (2011). Potrebno sjeme za postavljanje pokusa dobiveno je križanjem 109 BSSS linija s lodent testerom Os 7215, te 128 non-BSSS linija križanih s B37 testerom Os 399. Poljski pokus postavljen je prema nepotpunom proširenom dizajnu (eng. augmented design). Pokus je postavljen s tri tretmana dušikom: N0, 0 kg N/ha; Nno –69 kg N/ha; Ndo –136 kg N/ha. Istraživanje je provedeno tijekom tri vegetacijske sezone (2023.–2025.) na eksperimentalnim poljima u Osijeku na jednoj lokaciji uz poštivanje plodoreda. Tijekom vegetacije križanci su ocijenjeni u fenotipskim ispitivanjima prema UPOV (2009) za sekundarna svojstva u fazi nicanja, ranog porasta, svilanja i pojave antera.

Fenotipska svojstva obuhvaćala su prinos zrna, vlagu zrna pri žetvi i hektolitarsku masu, a prikupljeni podaci analizirani su mješovitim linearnim modelima kako bi se utvrdili učinci genotipa, godine, ponavljanja, tretmana i njihovih interakcija. Uz fenotipsku analizu provedena je genotipizacija SNP markerima te primijenjeni modeli GBLUP i rrBLUP za procjenu genetskih vrijednosti i specifične kombinatorne sposobnosti. Točnost predikcije procjenjivana je korelacijama između opaženih i predviđenih vrijednostina originalnim podacima te nakon rank transformacije za vlagu i hektolitar kao pristupa za stabilizaciju varijanci.

Rezultati. Klimatski uvjeti tijekom istraživanja bili su izrazito različiti, što je omogućilo detaljno sagledavanje utjecaja okolinskih stresova na fenotipska svojstva. Godina 2024. bila je obilježena ekstremno visokim temperaturama i minimalnim oborinama tijekom cvatnje što je dovelo do smanjenja oplodnje i formiranja zrna. Analizom varijance utvrđeno je da je godina pokusa bila najveći izvor ukupne fenotipske varijabilnosti. Unatoč tome, genetska komponenta prinosa bila je relativno visoka ($\sigma^2_G = 0.893$), a procijenjena heritabilnost ukazala je na stabilan genetski potencijal za selekciju ($H^2 = 0.64$). Interakcija genotip $\times$ godina bila je umjerena što potvrđuje genotipsku plastičnost, dok je interakcija genotip $\times$ tretman bila zanemariva što upućuje na homogen odgovor genotipova na razine dušika u uvjetima klimatskog stresa. Za vlagu i hektolitarsku masu utvrđen je znatno veći utjecaj okoline, a genetske komponente bile su slabije izražene što otežava selekciju ovih svojstava bez višegodišnjih podataka.

Procjena opće i specifične kombinatorne sposobnosti pokazala je jasne razlike između dva testera. Os399 je imao pozitivne učinke na prinos i nižu vlagu dok je Os7215 povoljno utjecao na hektolitarsku masu. Toplinske karte SKS vrijednosti omogućile su identifikaciju linija koje ostvaruju superiorne kombinacije s pojedinim testerima što predstavlja važnu informaciju za planiranje budućih križanja.

Genomska predikcija pokazala je različitu razinu uspješnosti ovisno o svojstvu. Najviša točnost postignuta je za prinos zrna $r = 0.391$, što ukazuje na mogućnost uspješne primjene genomske selekcije za ovo svojstvo. Suprotno tome, svojstva poput vlage zrna i hektolitarske mase imala su niske ili negativne korelacije što je u skladu s njihovom nižom genetskom kontrolom i snažnim utjecajem okoline. Poboljšanje točnosti nakon transformacije fenotipskih podataka za vlagu i hektolitar potvrđuje važnost pripreme i normalizacije fenotipskih vrijednosti za stabilnost modela. Ovi rezultati ukazuju na ograničenja linearnih genomskih modela u predviđanju svojstava pod snažnim $G \times E$ utjecajem te upućuju na potrebu uključivanja okolinskih kovarijata ili nelinearnih statističkih pristupa.

Ključne riječi: *dušik, kombinatorne sposobnosti, kukuruz, genomska prediktivno modeliranje*

The application of genomic predictive modeling of combining abilities in the selection of maize breeding lines

PhD Miroslav Salać

Agricultural institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Sonja Petrović, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of defense of the doctoral thesis: June 8th, 2026

The summary shows: Abstract of doctoral thesis

Introduction. The use of genomic data in predictive modeling of maize yield has already found extensive application in the industry (Bernardo 2020), while the inclusion of additional information in models is actively being researched (Cooper and Messina 2021). According to Bertin and Gallais (2000), genotypes can significantly differ in their nitrogen use efficiency (NUE). Potential solution for cost reduction in production is the selection of maize aiming to enhance nitrogen use efficiency (NUE), which also has positive environmental implications.

Hypothesis. The research will reveal significant variability in combining abilities for NUE among maize breeding lines, allowing for the modeling of NUE in the progeny of breeding lines using molecular markers.

Objective.

- Determine the general and specific combining abilities of breeding lines for grain yield and NUE through crosses with two testers, and explore phenotypic variabilities among genotypes and treatments.
- Utilize high-density genotyping data (56,000 SNP markers) and trial results to develop statistical models for genomic NUE prediction.
- Develop a genomic NUE prediction model using SNP data and trial results and compare it with models presented in the literature.

Materials and Methods. A total of 150 selected lines were genotyped using 56,000 single nucleotide polymorphism (SNP) markers derived from total genomic DNA following the methodology described by Ganai et al. (2011). Seed for field trials was generated by testcrossing 109 BSSS lines to the lodent tester Os 7215, and 128 non-BSSS lines to the B37 tester Os 399.

The field trial was established in an augmented incomplete block design. It included three nitrogen fertilization regimes: NO (0 kg N/ha), Nno (69 kg N/ha), and Ndo (136 kg N/ha). The study was conducted across three growing seasons (2023–2025) at a single experimental site in Osijek following standard crop rotation practices. During the growing seasons, hybrids were phenotyped according to UPOV (2009) guidelines for secondary traits at emergence, early vegetative growth, silking, and anthesis.

Evaluated primary phenotypic traits comprised grain yield, grain moisture at harvest, and test weight (hectoliter weight). The phenotypic data were analyzed using linear mixed models to determine the effects of genotype, year, replication, treatment, and their respective interactions.

In addition to phenotypic evaluation, genomic prediction was performed using genomic best linear unbiased prediction (GBLUP) and ridge regression BLUP (rrBLUP) models to estimate genomic breeding values and specific combining ability (SCA). Prediction accuracy was evaluated by computing the correlation between observed and predicted values, both on raw phenotypic data and following rank transformation for grain moisture and test weight to stabilize variance.

Results. Climatic conditions during the study varied considerably, allowing for a comprehensive evaluation of environmental stress impacts on phenotypic traits. The year 2024 was characterized by extremely high temperatures and minimal precipitation during flowering, which led to reduced fertilization and kernel set. Analysis of variance revealed that the experimental year was the primary source of total phenotypic variability. Nevertheless, the genetic component for yield remained relatively high ($\sigma^2_G = 0.893$), and the estimated broad-sense heritability indicated stable genetic potential for selection ($H^2 = 0.64$). The genotype $\times$ year interaction was moderate, confirming phenotypic plasticity, whereas the genotype $\times$ treatment interaction was negligible, pointing to a homogenous response of genotypes to nitrogen levels under climatic stress. Grain moisture and test weight exhibited a substantially stronger environmental influence and lower genetic variance components, which hampers effective selection for these traits in the absence of multi-year data.

Evaluation of general and specific combining ability (GCA and SCA) revealed distinct differences between the two testers. Os399 exerted positive effects on yield and reduced grain moisture, whereas Os7215 favorably influenced test weight. Heat maps of SCA values enabled the identification of lines forming superior hybrid combinations with specific testers, providing critical insight for designing future breeding crosses.

Genomic prediction accuracy varied considerably depending on the trait. The highest prediction accuracy was achieved for grain yield ($r = 0.391$), demonstrating the feasibility of genomic selection for this trait. In contrast, traits such as grain moisture and test weight showed low or negative prediction correlations, consistent with their weaker genetic control and pronounced environmental susceptibility. The improvement in prediction accuracy following phenotypic data transformation for moisture and test weight underscores the necessity of data preprocessing and normalization to ensure model stability. These findings highlight the limitations of linear genomic prediction models for traits subject to strong genotype $\times$ environment ($G \times E$) interactions and suggest the need to incorporate environmental covariates or non-linear statistical approaches.

Keywords: *nitrogen, combining abilities, maize, genomic predictive modeling*



MIROSLAV SALAIC

Miroslav Salaic rođen je 20. 09. 1990. u Vukovaru, a odrastao u Tovarniku. Poljoprivrednu šumarsku školu završio je 2009. godine. Iste godine upisuje Poljoprivredni fakultet u Osijeku, stručni studij u Vinkovcima smjer Bilinogojstvo kojeg završava 2012. godine. Diplomski studij na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku smjer Biljna proizvodnja upisuje 2013. godine. Diplomski studij završava 2015. godine i stječe zvanje magistra inženjera agronomije. Od ožujka 2016. do svibnja 2018. godine radi kao tehnolog u voćarskoj i rasadničarskoj proizvodnji u Kneževim Vinogradima. U svibnju 2018. godine otvara obiteljsko poljoprivredno gospodarstvo u Tovarniku i bavi se ratarskom i povrtlarskom proizvodnjom. U ožujku 2020. godina zapošljava se kao poljoprivredni tehničar na Poljoprivrednom institutu u Osijeku na Odjelu za oplemenjivanje i genetiku kukuruza gdje radi na organiziranju strojne sjetve i berbe. U veljači 2021. godine zapošljava se na neodređeno kao stručni suradnik-tehnolog te se uključuje u oplemenjivački program kukuruza na institutu. Aktivno sudjeluje u oplemenjivačkoj stanici Poljoprivrednog instituta u Turskoj. Poslijediplomski doktorski studij smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku upisuje u studenom 2021. godine uz odobrenje znanstvenog vijeća Poljoprivrednog instituta. Od 2023. godine sukreator je 19 hibrida kukuruza i suautor je 5 znanstvenih radova iz skupine A1 te jedan iz skupine A2 rada. Suradnik je na projektu pod nazivom Predictive modelling of agronomic traits in maize using modern technologies-MASK (2024.-2027.) Doktorski studij završio je u lipnju 2026. godine. Suprug je i otac dvoje djece.

Optimiziranje produkcije bijele djeteline (*Trifolium repens* L.) magnetskim predtretmanima sjemena

dr.sc. Goran Herman

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Mentorica: prof. dr. sc. Gordana Bukvić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane doktorskog rada: 4. rujna 2026.

Sažetak prikazuje: sažetak doktorskog rada

Bijela djetelina (*Trifolium repens* L.) predstavlja važnu krmnu leguminozu s visokim proizvodnim i nutritivnim potencijalom, pri čemu početni rast biljaka ima važnu ulogu u formiranju prinosa. U novije vrijeme sve se češće istražuju fizikalne metode tretiranja sjemena, poput magnetskog polja, kao ekološki prihvatljive metode za poticanje rasta i razvoja biljaka. Međutim, primjena magnetskog polja ovisi o njegovoj jakosti, vremenu izloženosti te njihovoj međusobnoj interakciji.

Cilj ovog istraživanja bio je ispitati utjecaj različitih jakosti magnetskog polja i vremena izloženosti na morfološka, biometrijska, kemijska svojstva i sadržaj klorofila te utvrditi optimalne uvjete tretiranja primjenom statističke analize i modeliranja neuronskim mrežama. Istraživanje je provedeno u kontroliranim uvjetima na tri kultivara Apolo, Jura i Rivendel. Predtretman sjemena uključivao je različite jakosti magnetskog polja 50, 100, 150, 250 i 350 mT i vremena izloženosti tijekom 0,5, 1, 3, 6, 12 i 24 sata, kao i netretirano sjeme (kontrola) u četiri ponavljanja.

Analizirana su morfološka svojstva i kemijski sastav biljaka, a dobiveni podaci obrađeni su analizom varijance i Tukey HSD testom. Također, za potrebe modeliranja, odnosno zajedničku procjenu odgovora biljaka izračunat je kompozitni indeks (CI12) temeljen na standardiziranim vrijednostima odabranih 12 svojstava.

Rezultati istraživanja pokazali su da magnetsko polje ima značajan utjecaj na sva ispitivana svojstva, pri čemu odgovor biljaka nije linearan, već ovisi o kombinaciji jakosti magnetskog polja i vremena izloženosti. Općenito, povoljniji učinci na morfološka i kemijska svojstva biljaka utvrđeni su pri nižim ili umjerenim jakostima magnetskog polja (50–150 mT) i vremenu izloženosti (0,5 – 6 h). Veće jakosti magnetskog polja i dulje vrijeme izloženosti često su rezultirale smanjenjem učinka, iako su u pojedinim slučajevima, ovisno o promatranom svojstvu, rezultirale povećanjem.

Primjena neuronskih mreža omogućila je modeliranje složenih odnosa tretmana i odgovora biljaka. Kod kultivara Apolo model je pokazao dobru prediktivnu sposobnost uz stabilnu generalizaciju te je kao optimalan tretman za CI12 indeks utvrđen tretman jakosti 50 mT – 1 h.

Kod preostala dva kultivara (Jura i Rivendel) model neuronskih mreža imao je slabiju prediktivnu sposobnost, osobito kod kultivara Jura u fazi generalizacije.

Rezultati istraživanja potvrđuju da stacionarno magnetsko polje može značajno utjecati na rast i razvoj biljaka bijele djeteline, pri čemu učinak ovisi o genotipu, promatranom svojstvu te jakosti magnetskog polja i vremenu izloženosti.

Modeliranje neuronskim mrežama pokazalo se kao učinkovit alat za predikciju i utvrđivanje optimalnog tretmana u uvjetima složenih i nelinearnih odnosa. Međutim, s obzirom na to da je istraživanje provedeno u kontroliranim uvjetima tijekom pet tjedana uzgoja biljaka, dobivene rezultate potrebno je dodatno potvrditi u poljskim uvjetima.

Ključne riječi: *bijela djetelina, predtretman sjemena, magnetsko polje, kemijski sastav, optimizacija tretmana*

Optimization of white clover (*Trifolium repens* L.) production through magnetic seed pretreatments

PhD Goran Herman

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Mentor: Full Professor Gordana Bukvić, Faculty of Agrobiotehnikal Sciences Osijek

Date of defense of thesis: September 4th, 2026

The summary shows: Abstract of doctoral thesis

White clover (*Trifolium repens* L.) is an important forage legume with high yield and nutritional potential, where early plant growth plays an important role in yield formation. Recently, physical methods of seed treatment, such as magnetic field treatment, have been increasingly investigated as environmentally acceptable approaches for stimulating plant growth and development. However, the effects of magnetic field application depend on field strength, exposure time, and their interaction.

The aim of this study was to investigate the effects of different magnetic field strengths and exposure times on morphological, biometric and chemical traits and chlorophyll content, and to determine optimal treatment conditions using statistical analysis and neural network modeling. The study was conducted under controlled conditions using three cultivars: Apolo, Jura, and Rivendel. Seed pretreatment included magnetic field strengths of 50, 100, 150, 250, and 350 mT and exposure times of 0.5, 1, 3, 6, 12, and 24 hours, along with untreated seeds (control), in four replicates.

Morphological traits and chemical composition were analyzed, and the data were analyzed by analysis of variance (ANOVA) and Tukey's HSD test. For modeling purposes, i.e., for the integrated assessment of plant response, a composite index (CI12) was calculated based on standardized values of 12 selected traits.

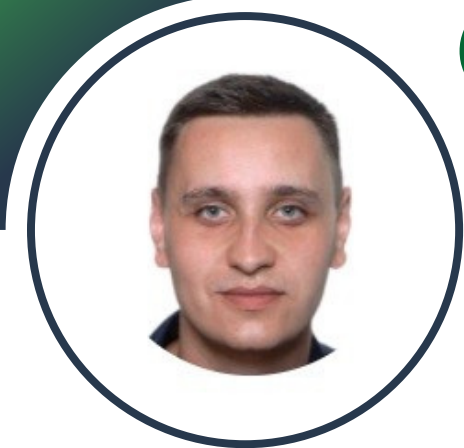
The results showed that the magnetic field had a significant effect on all measured traits, with plant response being non-linear and dependent on the combination of magnetic field strength and exposure time. In general, more favorable effects on morphological and chemical traits were observed at lower to moderate magnetic field strengths (50-150 mT) and exposure times (0.5-6 h). Higher magnetic field strengths and longer exposure times often resulted in reduced effects, although in some cases, depending on the trait observed, they led to an increase.

The use of neural networks enabled the modeling of complex relationships between treatments and plant responses. For the Apolo cultivar, the model showed good predictive ability with stable generalization, and the optimal treatment for the CI12 index was determined to be 50 mT for 1 h.

For the other two cultivars (Jura and Rivendel), the neural network model showed lower predictive performance, particularly for the Jura cultivar in the generalization phase.

The results confirm that a stationary magnetic field can significantly affect the growth and development of white clover plants, with the effect depending on genotype, trait, magnetic field strength, and exposure time. Neural network modeling proved to be an effective tool for predicting and determining optimal treatment conditions under complex and non-linear relationships. However, since the study was conducted under controlled conditions over five weeks, the results should be further validated under field conditions.

Keywords: *white clover, seed pretreatment, magnetic field, chemical composition, treatment optimization*



GORAN HERMAN

Goran Herman završio je 2016. godine preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivrede, smjer Agroekonomika, a 2018. godine diplomski sveučilišni studij Povrćarstvo i cvjećarstvo na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Prije zaposlenja na Fakultetu radio je na Poljoprivrednom institutu Osijek te kao asistent na projektu Van Iperen International.

Od 2020. godine zaposlen je kao asistent na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, na Katedri za žitarice, industrijsko i krmno bilje, gdje sudjeluje u izvođenju nastave iz područja krmnog bilja te u znanstveno-istraživačkom radu.

Poslijediplomski sveučilišni doktorski studij Poljoprivredne znanosti, modul Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo, završio je 2026. godine obranom doktorskog rada „Optimiziranje produkcije bijele djeteline (*Trifolium repens* L.) magnetskim predtretmanima sjemena“.

Njegov znanstveno-istraživački interes usmjeren je na proizvodnju krmnog bilja, predtretmane sjemena, mineralnu ishranu i sastav biljaka te primjenu prediktivnog modeliranja u biljnoj proizvodnji. Sudjeluje u znanstvenim projektima te organizaciji domaćih i međunarodnih znanstvenih skupova.

Autor je ili koautor 26 znanstvenih i stručnih publikacija, od čega osam kao prvi autor.

Kvalitativna i kvantitativna analiza pojavnosti GMO sekvenci u sjemenu, hrani i hrani za životinje u Republici Hrvatskoj

Katarina Pandžić, univ. mag. ing. agr.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Ulica kardinala Alojzija Stepinca 17, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentorica: prof. dr. sc. Vesna Gantner, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 18. prosinca 2025.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod. Genetički modificirani organizmi predstavljaju važan dio suvremene poljoprivredne i prehrambene proizvodnje, zbog čega je sustavno praćenje prisutnosti GMO sekvenci u sjemenu, hrani za životinje i hrani za ljude od posebnog značaja. Dosadašnja istraživanja pokazuju da pojavnost GMO sekvenci može varirati ovisno o tipu proizvoda, podrijetlu i regiji, dok su višefaktorske analize koje istodobno uključuju tip uzorka, podrijetlo, naručitelja, regiju te sezonske i mjesečne varijacije još uvijek nedovoljno zastupljene. Također, malo je podataka o povezanosti prisutnosti GMO sekvenci s kemijskim sastavom uzoraka. Stoga je ovo istraživanje usmjereno na kvalitativnu i kvantitativnu analizu pojavnosti GMO sekvenci u uzorcima prikupljenima tijekom šestogodišnjeg razdoblja, uz istodobno razmatranje navedenih čimbenika i kemijskog profila odabranih uzoraka.

Hipoteza. Pretpostavlja se da pojavnost GMO sekvenci značajno varira ovisno o tipu uzorka, regiji i podrijetlu te da sezona, mjesec analize i naručitelj imaju značajnu ulogu u učestalosti GMO detekcije. Također se pretpostavlja postojanje interakcijskih učinaka između pojedinih čimbenika, poput tipa uzorka i sezone te regije i podrijetla. Na podskupu uzoraka s dostupnim podacima o kemijskom sastavu pretpostavlja se postojanje razlika između GMO-pozitivnih i GMO-negativnih uzoraka.

Cilj. Glavni cilj istraživanja je sustavno kvalitativno i kvantitativno analizirati pojavnost GMO sekvenci u višegodišnjoj bazi uzoraka sjemena, hrane za životinje i hrane za ljude te istražiti povezanost pojavnosti i tipova GMO sekvenci s tipom uzorka, regijom prikupljanja, podrijetlom, naručiteljem i vremenskim čimbenicima. Istraživanjem će se kvantificirati pojavnost i distribucija GMO-pozitivnih uzoraka, identificirati najčešće GMO sekvence, procijeniti učinci sezonalnosti i mjeseca analize te modelirati međusobni i interakcijski učinci promatranih čimbenika. Dodatno će se na podskupu uzoraka ispitati povezanost pojavnosti GMO sekvenci s nutritivnim i kemijskim profilom uzoraka.

Materijal i metode. Istraživanje će se temeljiti na šestogodišnjoj bazi uzoraka sjemena, hrane za životinje i hrane za ljude, koja uključuje podatke o tipu uzorka, regiji prikupljanja, podrijetlu, naručitelju, godini, sezoni, mjesecu analize, GMO statusu te specifičnim GMO sekvencama pozitivnih uzoraka. Dodatno će se analizirati kemijski sastav 20 odabranih uzoraka, od kojih je 10 GMO-pozitivnih i 10 GMO-negativnih. Statistička obrada obuhvatit će deskriptivnu analizu pojavnosti GMO-pozitivnih uzoraka s pripadajućim 95 %-tnim intervalima pouzdanosti prema promatranim čimbenicima te grafički prikaz vremenskih trendova i distribucije GMO-pozitivnih uzoraka. Obrada podataka provest će se u programskom paketu SAS.

Očekivani znanstveni doprinos. Očekuje se da će istraživanje omogućiti sveobuhvatnu višegodišnju analizu pojavnosti GMO sekvenci u Hrvatskoj te identifikaciju trendova, dinamike i sezonalnosti njihove pojave u različitim kategorijama uzoraka. Istodobno uključivanje tipa uzorka, naručitelja, regije, podrijetla, godine, sezone i mjeseca omogućit će cjelovitije razumijevanje njihove povezanosti s pojavnosti GMO sekvenci. Povezivanjem molekularne detekcije GMO-a s kemijskim sastavom ispitat će se moguće razlike između GMO-pozitivnih i GMO-negativnih uzoraka. Primjena naprednih statističkih modela omogućit će integriranu analizu promatranih čimbenika i pridonijeti metodološkom pristupu praćenju i procjeni pojavnosti GMO-a. Dobiveni rezultati mogu predstavljati znanstvenu podlogu za buduća istraživanja te unaprjeđenje praćenja i kontrole GMO-a u poljoprivredno-prehrambenom sektoru.

Rezultati. Istraživanje je u tijeku te će rezultati biti prikazani nakon provedbe planiranih analiza i statističke obrade podataka.

Ključne riječi: *GMO sekvence, sjeme, hrana, hrana za životinje, kemijski sastav, sezonalnost*

Qualitative and Quantitative Analysis of the Occurrence of GMO Sequences in Seeds, Food and Feed in the Republic of Croatia

Katarina Pandžić, univ. mag. ing. agr.

Croatian Agency for Agriculture and Food, Ulica kardinala Alojzija Stepinca 17, 31000 Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full professor Vesna Gantner, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: December 18th, 2025

Abstract shows: doctoral dissertation proposal

Introduction. Genetically modified organisms represent an important part of modern agricultural and food production, which makes the systematic monitoring of the presence of GMO sequences in seeds, animal feed and food for human consumption particularly important. Previous studies have shown that the occurrence of GMO sequences may vary depending on product type, origin and region, while multifactorial analyses that simultaneously include sample type, origin, client, region, as well as seasonal and monthly variations, are still insufficiently represented. Furthermore, limited data are available on the association between the presence of GMO sequences and the chemical composition of samples. Therefore, this research focuses on the qualitative and quantitative analysis of the occurrence of GMO sequences in samples collected over a six-year period, while simultaneously considering the aforementioned factors and the chemical profile of selected samples.

Hypothesis. It is hypothesised that the occurrence of GMO sequences varies significantly depending on sample type, region and origin, and that season, month of analysis and client play a significant role in the frequency of GMO detection. Interaction effects between individual factors, such as sample type and season, and region and origin, are also expected. In the subset of samples with available chemical composition data, differences between GMO-positive and GMO-negative samples are hypothesised.

Objective. The main objective of the research is to systematically analyse, both qualitatively and quantitatively, the occurrence of GMO sequences in a multi-year database of seed, animal feed and food samples and to investigate the association of the occurrence and types of GMO sequences with sample type, sampling region, origin, client and temporal factors. The research will quantify the occurrence and distribution of GMO-positive samples, identify the most frequent GMO sequences, assess the effects of seasonality and month of analysis, and model the individual and interaction effects of the investigated factors. In addition, the association between the occurrence of GMO sequences and the nutritional and chemical profile of samples will be examined in a subset of samples.

Materials and methods. The research will be based on a six-year database of seed, animal feed and food samples, which includes data on sample type, sampling region, origin, client, year, season, month of analysis, GMO status, and specific GMO sequences detected in positive samples. In addition, the chemical composition of 20 selected samples, comprising 10 GMO-positive and 10 GMO-negative samples, will be analysed.

Statistical analysis will include a descriptive analysis of the occurrence of GMO-positive samples with corresponding 95% confidence intervals according to the investigated factors, as well as graphical presentation of temporal trends and the distribution of GMO-positive samples. Data analysis will be performed using the SAS software package.

Expected scientific contribution. The research is expected to provide a comprehensive multi-year analysis of the occurrence of GMO sequences in Croatia and to identify trends, dynamics and seasonality in their occurrence across different sample categories. The simultaneous inclusion of sample type, client, region, origin, year, season and month will provide a more comprehensive understanding of their association with the occurrence of GMO sequences. By linking molecular GMO detection with chemical composition, possible differences between GMO-positive and GMO-negative samples will be examined. The application of advanced statistical models will enable an integrated analysis of the investigated factors and contribute to the methodological approach to monitoring and assessing GMO occurrence. The obtained results may provide a scientific basis for future research and for improving GMO monitoring and control in the agricultural and food sector.

Results. The research is currently in progress, and the results will be presented following the completion of the planned analyses and statistical data processing.

Keywords: *GMO sequences, seed, food, animal feed, chemical composition, seasonality*



KATARINA PANDŽIĆ

Katarina Pandžić (rod. Tilhof), rođena 28. ožuka 1995. godine u Osijeku, magistrica je inženjerka zootehnike, smjera Hranidba domaćih životinja, na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Profesionalno iskustvo stječe u Hrvatskoj agenciji za poljoprivredu i hranu (HAPIH), gdje je od listopada 2021. do siječnja 2025. radila u Centru za stočarstvo, a od veljače 2025. radi u Centru za sjemenarstvo i rasadničarstvo, u Odsjeku za biotehnoške analize.

Sudjelovala je na brojnim znanstvenim skupovima i konferencijama, među kojima se ističu Simpozij agronoma, Međunarodni znanstveni simpozij Agrosym, konferencija Krmiva te Konferencija o agroturizmu s međunarodnim sudjelovanjem. Njezin znanstveni i stručni rad obuhvaća područja zootehnike, hranidbe i dobrobiti mliječnih krava, robotizirane mužnje, primjene senzorskih tehnologija u stočarstvu te detekcije genetski modificiranih organizama. Na znanstvenim skupovima sudjelovala je kao autorica i koautorica radova, predstavljajući rezultate istraživanja u obliku posterskih i usmenih izlaganja.

Fenotipska i molekularna analiza intramuskularne masti i kvalitete mesa crne slavonske svinje

Goran Lipavić, univ. spec. agr.

Središnja agencija za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske unije, Ulica grada Vukovara 284, 10000 Zagreb

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Boris Lukić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 21. siječnja 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod. Crna slavonska svinja autohtona je hrvatska pasmina koja se odlikuje dobrom prilagodljivošću ekstenzivnim uvjetima uzgoja te specifičnim svojstvima mesa, posebice izraženijim udjelom masnog tkiva i intramuskularne masti. Tradicionalno se uzgajala na pašnjacima i u šumskim područjima, gdje su životinje dio hranidbenih potreba podmirivale prirodno dostupnim izvorima hrane, uključujući i žir. Takav način hranidbe može značajno utjecati na sastav masnog tkiva, a posljedično i na kakvoću mesa. Jedan od važnijih pokazatelja kakvoće svinjskog mesa jest udio intramuskularne masti, odnosno stupanj mramoriranosti, koji je povezan sa senzorskim svojstvima mesa poput sočnosti, okusa i ukupne prihvatljivosti proizvoda. Osim količine masnog tkiva, značajnu ulogu ima i njegov masnokiselinski sastav, na koji hranidba može utjecati u velikoj mjeri. Žir je osobito bogat oleinskom masnom kiselinom (C18:1 n-9) i drugim nezasićenim masnim kiselinama, zbog čega se kod svinja hranjenih žirom može očekivati promjena masnokiselinskog profila tkiva, uključujući povećanje udjela oleinske kiseline. Međutim, učinci različitih hranidbenih postupaka ne očituju se samo kroz promjene fenotipskih svojstava mesa i masnog tkiva. Suvremene molekularne metode omogućuju proučavanje bioloških mehanizama koji stoje u njihovoj podlozi. Analiza genske ekspresije u mišićnom tkivu može pružiti detaljniji uvid u promjene metaboličkih procesa povezanih sa sintezom, razgradnjom i pohranom lipida. Stoga istraživanje ekspresije gena uključenih u metabolizam masti kod crne slavonske svinje može pridonijeti boljem razumijevanju načina na koji hranidba, osobito tov uz korištenje žira, utječe na količinu i sastav intramuskularne masti te, u konačnici, na kakvoću mesa.

Hipoteza. 1. Hranidba crnih slavonskih svinja žirom u završnoj fazi tova dovest će do statistički značajnih promjena u kakvoći mesa.

2. Genska ekspresija u mišićnom tkivu utječe na vrijednosti intramuskularne masti u mesu.

Cilj. Prvi cilj ovog istraživanja je utvrditi utjecaj hranidbe žirom na svojstva kvalitete mesa, svojstva polovica, kemijski sastav i profil masnih kiselina u mesu crne slavonske svinje. Drugi cilj je istražiti utjecaj ekspresije gena povezanih s intramuskularnom masti u mišićnom tkivu.

Materijal i metode. Dizajn istraživanja: u istraživanju će se koristiti crne slavonske svinje uzgojene u kontroliranim farmskim uvjetima. Planira se uključiti dovoljan broj jedinki u full-sib dizajnu (80 ili više) kako bi rezultati bili statistički pouzdani.

Uzorkovanje i analiza kvalitete mesa: Kvaliteta mesa procijenit će se putem niza tehnoloških i senzorskih pokazatelja, uključujući pH vrijednost, električnu provodljivost (EC), sposobnost zadržavanja vode (WHC), gubitke pri toplinskoj obradi i odmrzavanju, boju mesa te teksturu. Sva će mjerenja biti provedena na mišićima *m. semimembranosus* i *m. longissimus dorsi* (MLD).

Analiza kemijskog sastava mesa i žira: Analiza kemijskog sastava mesa provest će se na uzorcima mišića *longissimus thoracis et lumborum* (LTL), uzetima 24 h *post mortem* na istom anatomskom mjestu kod svih životinja.

Kvaliteta polovica: Procjena kvalitete polovica provest će neposredno nakon klanja, na liniji klanja. Zabilježiti će se mjere i masa polovica, uključujući toplu masu trupa, randman (%), duljinu trupa (mjere a i b), duljinu i opseg buta te debljinu leđne slanine i dubinu mišića.

Profil masnih kiselina: Analiza masno-kiselinskog sastava provest će se na uzorcima masti izolirane iz mišića LTL nakon Soxhlet ekstrakcije. Identifikacija pojedinih masnih kiselina izvršit će se usporedbom retencijskih vremena s poznatim FAME standardima.

Analize genske ekspresije: Paralelno s analizama mesa, izvršit će se molekularne analize na uzorcima mišićnog tkiva kako bi se utvrdile razlike u ekspresiji određenih gena između skupina s ekstremnim vrijednostima IMF-a.

Očekivani znanstveni doprinos. Očekuje se da će rezultati ovog istraživanja dati višestruki doprinos znanosti i struci kroz nove spoznaje o utjecaju tradicionalne hranidbe žirom na pokazatelje kvalitete mesa, povećanju vrijednosti proizvoda (npr. kulena, šunke, slanine), njezinom očuvanju te u konačnici pozicioniranje crne slavonske svinje ali i hrvatskih istraživanja na međunarodnoj znanstvenoj sceni.

Ključne riječi: *crna slavonska svinja, intramuskularna mast, genska ekspresija, kvaliteta polovica*

Phenotypic and molecular analysis of intramuscular fat and meat quality of black Slavonian pig

Goran Lipavić, **univ. spec. agr.**

Central Finance and Contracting Agency for European Union programmes and projects, Ulica grada Vukovara 284, 10000 Zagreb

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Associate Professor Boris Lukić, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: January 21st, 2026

Abstract shows: doctoral dissertation proposal

Introduction. The Black Slavonian pig is an autochthonous Croatian breed that is characterized by good adaptability to extensive farming conditions and specific meat properties, especially a more pronounced proportion of adipose tissue and intramuscular fat. It was traditionally bred on pastures and in forest areas, where animals met part of their nutritional needs with naturally available food sources, including acorns. Such a way of feeding can significantly affect the composition of adipose tissue, and consequently the quality of meat. One of the most important indicators of pork meat quality is the proportion of intramuscular fat, i.e. the degree of marbling, which is related to the sensory properties of meat such as juiciness, taste and overall acceptability of the product. In addition to the amount of adipose tissue, its fatty acid composition also plays a significant role, which can be greatly influenced by feeding. Acorns are particularly rich in oleic fatty acid (C18:1 n-9) and other unsaturated fatty acids, which is why a change in the fatty acid profile of the tissue, including an increase in the oleic acid content, can be expected in acorn-fed pigs. However, the effects of different feeding methods are not only manifested through changes in the phenotypic properties of meat and adipose tissue. Modern molecular methods enable the study of biological mechanisms underlying them. Analysis of gene expression in muscle tissue can provide a more detailed insight into changes in metabolic processes associated with lipid synthesis, degradation and storage. Therefore, the study of gene expression involved in fat metabolism in the black Slavonian pig can contribute to a better understanding of how feeding, especially fattening with the use of acorns, affects the amount and composition of intramuscular fat and, ultimately, the quality of meat.

Hypothesis. 1. Feeding black Slavonian pigs with acorns in the final phase of fattening will lead to statistically significant changes in meat quality.

2. Gene expression in muscle tissue affects the values of intramuscular fat in meat.

Objective. The first objective of this study is to determine the effect of acorn feeding on meat quality properties, carcass properties, chemical composition and fatty acid profile in black Slavonian pig meat. The second goal is to investigate the impact of gene expression associated with intramuscular fat in muscle tissue.

Materials and methods. Research design: The study will use black Slavonian pigs raised under controlled farm conditions. It is planned to include a sufficient number of individuals in the full-sib design (80 or more) for the results to be statistically reliable.

Meat quality sampling and analysis: Meat quality will be assessed through a range of technological and sensory indicators, including pH value, electrical conductivity (EC), water retention capacity (WHC), heat treatment and thawing losses, meat colour and texture. All measurements will be carried out on the muscles of *m. semimembranosus* and *m. longissimus dorsi* (MLD).

Analysis of the chemical composition of meat and acorns: Analysis of the chemical composition of meat will be performed on *longissimus thoracis et lumborum* (LTL) muscle samples, taken 24 h *post-mortem* at the same anatomical site in all animals.

Quality of the carcasses: An assessment of the quality of the carcasses will be carried out immediately after slaughter, at the slaughter line. The measurements and weight of the carcasses will be recorded, including the warm carcass weight, the yield (%), the length of the carcass (measures a and b), the length and circumference of the thigh, and the thickness of the back bacon and the depth of the muscles.

Fatty acid profile: Analysis of fat-acid composition will be performed on fat samples isolated from LTL muscle after Soxhlet extraction. Identification of individual fatty acids will be performed by comparing retention times with known FAME standards.

Gene expression analyses: In parallel with meat analyses, molecular analyses will be performed on muscle tissue samples to determine differences in the expression of certain genes between groups with extreme IMF values.

Expected scientific contribution. It is expected that the results of this research will make a multiple contribution to science and the profession through new knowledge about the impact of traditional acorn feeding on meat quality indicators, increasing the value of products (e.g. kulen, ham, bacon), its preservation and ultimately the positioning of the black Slavonian pig, as well as Croatian research on the international scientific scene.

Keywords: black Slavonian pig, intramuscular fat, gene expression, carcass quality



GORAN LIPAVIĆ

Goran Lipavić rođen je 1979. godine u Bačkoj Palanci te živio u Iloku do 1991., odnosno početka Domovinskog rata. Uslijed ratnih zbivanja kao prognanik s obitelji odlazi u SR Njemačku gdje nastavlja osnovnoškolsko obrazovanje te se 1995. kao povratnik vraća u Osijek, jer je Ilok i dalje bio okupiran. U Osijeku 1995. godine upisuje Srednju Upravnu i birotehničku školu, smjer Upravni referent. Srednjoškolsko obrazovanje završava 1999. godine te iste godine upisuje Poljoprivredni fakultet u Osijeku, smjer Zootehnika. U 2005. godini diplomirao je na temu: Državne subvencije i poticaji u govedarskoj proizvodnji RH, te stekao zvanje diplomirani inženjer poljoprivrede, smjer Zootehnika. U 2006. godini se zaposlio u Ministarstvu poljoprivrede, šumarstva i vodnoga gospodarstva kao pripravnik u Odjelu za stočarstvo. S ciljem stjecanja novih znanja u području poljoprivrede 2008. godine upisao je Poslijediplomski specijalistički studij Kakvoće i sigurnosti animalnih proizvoda te 2018. godine obranio specijalistički rad pod nazivom: Sustav klasiranja goveđih trupova i polovica u Republici Hrvatskoj. Od 2008. do 2024. godine radio u Ministarstvu poljoprivrede na poslovima vezanim uz pristupanje Republike Hrvatske Europskoj uniji u dijelu Poglavlja 11 – Poljoprivreda i ruralni razvoj te stočarske, biljne proizvodnje i ruralnog razvoja. Od 2020. do 2022. godine bio ravnatelj Uprave za potpore poljoprivredi i ruralnom razvoju te radio na izradi novog Strateškog plana zajedničke poljoprivredne politike za razdoblje 2023. – 2027. te na provedbi Programa ruralnog razvoja Republike Hrvatske za razdoblje 2014. – 2020. Kao predstavnik Ministarstva poljoprivrede sudjelovao na brojnim stručnim skupovima iz područja stočarstva, kako u Republici Hrvatskoj tako i u inozemstvu. Kao stručnjak za poglavlje 11, od strane Europske Komisije povremeno radi na prijenosu znanja i prilagodbe pravnoj stečevini EU u zemljama pristupnicama ili kandidatima na području Zapadnog Balkana. Od kraja 2024. godine zaposlen u Središnjoj agenciji za financiranje i ugovaranje programa i projekata Europske unije na poslovima ugovaranja iz programa Konkurentnosti i kohezije, Integrirani teritorijalni programi te Twinning projektima. S ciljem daljnjeg usavršavanja u području poljoprivrede, u 2021. godini upisao je Poslijediplomski doktorski studij na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti u Osijeku. U 2025. godini postao je ovlaštteni agronom te je upisan u Hrvatsku agronomsku komoru. Oženjen, otac dvoje djece te od 2006. godine živi i radi u Gradu Zagrebu.

Utjecaj morfoloških i fizioloških parametara na reproduktivni potencijal matica i trutova medonosne pčele (*Apis mellifera* L.)

Josipa Štavalj, univ. mag. ing. agr.

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Mentor: doc. dr. sc. Marin Kovačić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Komentor: prof. dr. sc. Jesús Yániz Pérez de Albéniz, Technological College, University of Zaragoza

Datum obrane teme doktorskog rada: 18. rujna 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Kvaliteta i zdravstveni status matice te trutova s kojima se sparuje predstavljaju temeljne čimbenike preživljavanja, razvoja i opće produktivnosti pčelinje zajednice medonosne pčele (*Apis mellifera* L.). Unatoč njihovoj ključnoj ulozi, reproduktivni potencijal obaju spolova izložen je djelovanju brojnih biotičkih i abiotičkih stresora te uzgojnih postupaka, što u pčelarskoj praksi sve češće rezultira slabljenjem zajednica i neplaniranim zamjenama matica. Svrha je ovoga doktorskog istraživanja cjelovito procijeniti morfološke i fiziološke parametre reproduktivne kvalitete matica i trutova te utvrditi njihov međuodnos s okolišnim, sezonskim i uzgojnim čimbenicima. Postavljene hipoteze pretpostavljaju izostanak statistički značajnih razlika u parametrima kvalitete matica između različitih uzgajivača, regija i godina uzgoja, ujednačenost kvalitete trutova na okupljalištima tijekom sezone, kao i izostanak utjecaja dugotrajnog čuvanja u banci matica te prisutnosti tjelesnih oštećenja na reproduktivni kapacitet matica. Istraživanje se provodi od 2025. do 2027. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek kroz četiri eksperimenta. Prvi eksperiment obuhvaća reprezentativni uzorak od 280 mladih sparenih matica prikupljenih od 50 registriranih uzgajivača iz tri regije Hrvatske (kontinentalna, planinska i primorska) tijekom dvije uzgojne godine, uz analizu pratećih podataka o tehnologiji uzgoja te mikroskopsku dijagnostiku spora *Nosema spp.* u fecesima, crijevima i pčelama pratiljama. Drugi eksperiment usmjeren je na sakupljanje spolno zrelih trutova na okupljalištu registriranoj oplodnoj stanici primjenom meteorološkog balona i feromona matice (9-ODA), pri čemu se uz standardnu morfometriju po prvi puta uvodi cjelovita procjena sjemena obuhvaćajući koncentraciju, vitalnost (HOS test), pokretljivost i morfologiju spermatozoida. Treći eksperiment prati učinke dugotrajnog čuvanja 128 sparenih matica u kavezima unutar banke matica kroz uzorkovanja 0., 30., 70. i 100. dana. Četvrti eksperiment analizira matice sa sparivališta s vidljivim tjelesnim oštećenjima te nesparene matice radi utvrđivanja uzroka izostanka sparivanja i procjene korelacije vanjskih ozljeda s unutarnjim reproduktivnim organima. Procjena parametara uključuje morfometriju tijela, disekciju i vaganje jajnika, brojanje jajnih cjevčica, mjerenje promjera i volumena spermateke te mikroskopsku analizu sjemena. Statistička obrada podataka obaviti će se u programu R (verzija 4.5.2).

Očekivani znanstveni doprinos rada očituje se u uspostavi referentnih vrijednosti kvalitete matica pčele u Hrvatskoj, kvantificiranju sezonske varijabilnosti sjemena trutova na okupljalištima, definiranju tehnoloških smjernica za banke matica te razvoju primjenjivog, standardiziranog protokola za kontrolu kvalitete u uzgojnim programima.

Ključne riječi: *Apis mellifera carnica*, kvaliteta sjemena, reproduktivni potencijal, uzgoj

The influence of morfological and physiological parameters on reproductive potential of honey bee queens and drones (*Apis mellifera* L.)

Josipa Štavalj, univ. mag. ing. agr.

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Mentor: Assistant Professor Marin Kovačić, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Co-mentor: Full Professor Jesús Yániz Pérez de Albéniz, Technological College, University of Zaragoza

Date of theme defense of dissertation: September 18th, 2026

Abstract shows: doctoral thesis proposal

The quality and health status of the queen and the drones with which she mates are fundamental factors influencing the survival, development, and overall productivity of the honey bee colony (*Apis mellifera* L.). Despite their crucial role, the reproductive potential of both sexes is affected by numerous biotic and abiotic stressors, as well as breeding practices, which increasingly contribute to colony weakening and unplanned queen replacement in beekeeping practice. The aim of this doctoral research is to comprehensively assess the morphological and physiological parameters of the reproductive quality of queens and drones and to determine their relationships with environmental, seasonal, and breeding factors. The hypotheses assume the absence of statistically significant differences in queen quality parameters among breeders, regions, and breeding years; consistency in drone quality at drone congregation areas throughout the season; and no significant effects of long-term storage in a queen bank or the presence of physical injuries on the reproductive capacity of queens. The research is being conducted from 2025 to 2027 at the Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek through four experiments. The first experiment includes a representative sample of 280 young mated queens collected from 50 registered breeders across three regions of Croatia (continental, mountainous, and adriatic) over two breeding years. The study also includes an analysis of accompanying data on queen-rearing practices and microscopic detection of *Nosema* spp. spores in faeces, intestinal samples, and attendant bees. The second experiment focuses on the collection of sexually mature drones at a drone congregation area at a registered mating station using a meteorological balloon and queen pheromone (9-ODA). In addition to standard morphometric measurements, a comprehensive assessment of semen quality will be performed, including sperm concentration, viability (HOS test), motility, and morphology. The third experiment examines the effects of long-term storage of 128 mated queens in cages within a queen bank, with sampling conducted on days 0, 30, 70, and 100. The fourth experiment analyses queens from the mating apiary with visible physical injuries, as well as unmated queens, in order to determine potential causes of mating failure and assess the relationship between external injuries and physiological quality parameters of queens.

The assessment includes body morphometry, dissection and weighing of the ovaries, counting of ovarioles, measurement of spermatheca diameter and volume, and microscopic analysis of semen. Statistical analyses will be performed using R statistical software (version 4.5.2).

The expected scientific contribution of the research includes the establishment of reference values for the quality of queens in Croatia, quantification of seasonal variability in drone semen quality at drone congregation areas, development of technological guidelines for queen banks, and development of an applicable, standardised protocol for quality control in breeding programmes.

Keywords: *Apis mellifera carnica*, semen quality, reproductive potential, breeding



JOSIPA ŠTAVALJ

Josipa Štavalj rođena je 09. 04. 1996. godine u Zagrebu. Godine 2015. završila je Opću gimnaziju u Garešnici te je iste godine upisala sveučilišni studij Zootehnike na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera. U rujnu 2021. godine obranila je diplomski rad pod nazivom „Utjecaj prihrane različitim pogačama na pojavnost nozemoze (*Nosema* spp.) u zajednicama mednosne pčele (*Apis mellifera*) u proljeće“ i time stekla akademski naziv magistra inženjerka agronomije. Od veljače pa sve do kraja prosinca 2023. godine zaposlena je za obavljanje poslova pčelara u sklopu projekta „Joint Effort for Honey Bee Conservation and Selection – BeeConSel“ u tvrtki Centar primijenjenih bioznanosti Lanac zdrave hrane d.o.o. za istraživanje i razvoj. U prosincu 2023. godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek upisuje poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti; smjer Stočarstvo. Od siječnja 2024. godine zaposlena je na stručno radno mjesto I. vrste stručnog suradnika u sustavu znanosti i visokom obrazovanju iz znanstvenog područja Biotehničkih znanosti na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek u sklopu projekta Obzor Europa „Resilient beekeeping and breeding to safeguard natural genetic resources and pollination services (Bee-Guards)“. Tijekom prve godine poslijediplomskog dokorskog studija boravila je tri tjedna na Politehničkom fakultetu u Huesci, Sveučilište Zaragoza gdje je učila analizu i standardizaciju kvalitete sjemena kod trutova, uključujući pokretljivost, vitalnost, morfologiju i koncentraciju spermatozoida te krioprezervaciju sjemena kod medonosne pčele.

Korištenje prostora kod euroazijskog risa (*Lynx lynx*) u Hrvatskoj

Vedran Slijepčević, dr. med. vet.

Veleučilište u Karlovcu, Trg J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Ivica Bošković, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 26. veljače 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod. Poznavanje prostorne ekologije euroazijskog risa važno je za očuvanje njegove populacije. Veličine životnih prostora, korištenje staništa te dnevna i sezonska kretanja risova u hrvatskim Dinaridima još nisu detaljno istraženi.

Hipoteza. Pretpostavlja se da se veličina i korištenje životnog prostora razlikuju između Gorskog kotara i Velebita. Očekuje se da risovi danju borave na teško pristupačnim područjima, ljudske puteve koriste pretežno noću, a zimi češće odabiru južne ekspozicije.

Cilj. Utvrditi i usporediti veličine životnih prostora te analizirati korištenje staništa u odnosu na doba dana, godišnje doba, reljef, vegetacijski pokrov i blizinu prometnica i naselja.

Materijal i metode. Analizirat će se telemetrijski podaci devet mužjaka risa označenih u projektu LIFE Lynx, s jednom do šest GNSS lokacija dnevno. Životni prostori procijenit će se metodama Brownian bridge, minimum convex polygon (MCP) i kernel density estimation (KDE). Korištenje staništa usporedit će se s njegovom dostupnošću kompozicijskom analizom i MANOVA-om. Udaljenosti stvarnih i nasumičnih lokacija od cesta i naselja usporedit će se t-testom ili Mann-Whitneyjevim U-testom, ovisno o raspodjeli podataka. Dnevno kretanje izračunat će se iz potpunih nizova lokacija te usporediti između sezona i razdoblja parenja.

Očekivani znanstveni doprinos. Očekuju se nove spoznaje o veličini životnih prostora i odabiru staništa te prostornim i vremenskim prilagodbama risa na prisutnost čovjeka. Nalazi će pružiti podlogu za usmjeravanje aktivnosti očuvanja vrste u Hrvatskoj.

Rezultati. Prikazuje se prijedlog doktorskog rada. Rezultati još nisu dostupni.

Ključne riječi: *Lynx lynx*, telemetrija, životni prostor, odabir staništa, Dinaridi

Space use of the Eurasian lynx (*Lynx lynx*) in Croatia

Vedran Slijepčević, dr. med. vet.

Karlovac University of Applied Sciences, Trg J. J. Strossmayera 9, 47000 Karlovac
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Ivica Bošković, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: February 26th, 2026

Abstract shows: Doctoral thesis proposal

Introduction. Understanding the spatial ecology of the Eurasian lynx is important for its conservation. Home-range size, habitat use and daily and seasonal movements remain insufficiently studied in the Croatian Dinaric Mountains.

Hypothesis. Home-range size and space use are expected to differ between Gorski kotar and Velebit. Lynx are expected to use less accessible areas during the day, human-used paths mainly at night, and south-facing slopes more frequently in winter.

Objective. To determine and compare home-range sizes and analyse habitat use in relation to time of day, season, terrain, vegetation cover and proximity to roads and settlements.

Materials and methods. Telemetry data from nine male lynx collared within the LIFE Lynx project will be analysed, with one to six GNSS locations recorded daily. Home ranges will be estimated using Brownian bridge, minimum convex polygon (MCP) and kernel density estimation (KDE) methods. Habitat use will be compared with availability using compositional analysis and MANOVA. Distances of observed and random locations from roads and settlements will be compared using a t-test or Mann-Whitney U test, depending on data distribution. Daily movement will be calculated from complete location sequences and compared across seasons and the mating period.

Expected scientific contribution. The study is expected to improve knowledge of home-range size, habitat selection and spatial and temporal responses to human presence, providing a basis for lynx conservation activities in Croatia.

Results. This abstract presents a doctoral research proposal. Results are not yet available.

Keywords: *Lynx lynx, telemetry, home range, habitat selection, Dinaric Mountains*



VEDRAN SLIJEPCĀEVIĆ

Vedran Slijepčević rođen je 8. siječnja 1984. u Sisku. Osnovnu i srednju školu završio je u Petrinji. Diplomirao je 2009. na Veterinarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu s temom „Telemetrijsko istraživanje euroazijskih risova (*Lynx lynx*) u Hrvatskoj“ te stekao zvanje doktora veterinarske medicine. Nakon studija zaposlio se u Oikon d.o.o. – Institutu za primijenjenu ekologiju kao suradnik za istraživanje faune. Viši je predavač na Odjelu lovstva i zaštite prirode Veleučilišta u Karlovcu te doktorand studija „Poljoprivredne znanosti“, modul Lovstvo i kinologija, na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Istraživački je usmjeren na populaciju risa u Hrvatskoj, ostale velike zvijeri i druge vrste divljih životinja. Član je Povjerenstva za velike zvijeri i Interventnog tima za vuka i risa te vještak za štete od vuka. Sudjeluje u spašavanju velikih zvijeri, osobito risje siročadi i uključivanju lovaca u zaštitu prirode. Autor je i koautor znanstvenih i stručnih radova iz područja veterinarske medicine, lovstva i zaštite prirode.

Predsjetveni tretman sjemena soje nanočesticama Se, Si i Zn za ublažavanje abiotičkog stresa

Nikolina Šimić, dipl. ing. agr.

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentorica: izv. prof. dr. sc. Ivana Varga, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Komentor: izv. prof. dr. sc. Dejan Agić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 2. srpnja 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod i cilj istraživanja. Sušni stres tijekom klijanja može značajno smanjiti klijavost sjemena i ograničiti rani rast klijanaca soje. Jedan od mogućih pristupa za ublažavanje negativnih učinaka sušnog stresa jest predsetveni tretman sjemena nanočesticama, odnosno nanoprimer. Primjena nanočestica silicijeva dioksida (SiO_2) može utjecati na procese povezane s klijanjem, rastom klijanaca i njihovim odgovorom na nedostatak vode, pri čemu učinak može varirati ovisno o koncentraciji nanočestica, intenzitetu stresa i genotipu. Stoga je cilj ovog istraživanja bio utvrditi utjecaj predsetvenog tretmana sjemena nanočesticama SiO_2 na klijanje, rani rast i biokemijske pokazatelje klijanaca 11 genotipova soje izloženih različitim razinama sušnog stresa izazvanog polietilen-glikolom (PEG 6000) te ispitati varijabilnost odgovora s obzirom na koncentraciju nanočestica, intenzitet sušnog stresa i genotip.

Materijal i metode. U istraživanje je uključeno 11 genotipova soje Poljoprivrednog instituta Osijek. Sjeme je predsetveno tretirano destiliranom vodom (hidropriming) ili suspenzijama nanočestica SiO_2 u koncentracijama od 500 i 1000 mg L^{-1} , dok je netretirano sjeme služilo kao kontrola. Sjeme je naklijavano između filter-papira u mraku pri 25 °C, u uvjetima bez sušnog stresa, pri čemu je filter-papir vlažen destiliranom vodom, te pri blagom i jakom sušnom stresu izazvanom otopinama PEG-a 6000 u koncentracijama od 5, odnosno 10 %. Pokus je postavljen u četiri ponavljanja po 50 sjemenki za svaku kombinaciju genotipa, predsetvenog tretmana i razine stresa. Procijenjeni su pokazatelji klijanja i ranog rasta klijanaca te odabrani biokemijski pokazatelji.

Rezultati. Energija klijanja i rast klijanaca smanjivali su se s povećanjem intenziteta sušnog stresa, pri čemu je rast izdanka bio jače ograničen od rasta korijena. Svi predsetveni tretmani povećali su energiju klijanja i ukupnu klijavost te smanjili udio neprokljalog sjemena u odnosu na netretiranu kontrolu, iako se povoljan učinak na klijavost nije dosljedno odrazio na razvoj normalnih klijanaca. Pri jakom sušnom stresu tretmani nanočesticama SiO_2 uglavnom su rezultirali većom svježom masom klijanaca u odnosu na netretiranu kontrolu, uz izražene razlike među genotipovima i koncentracijama nanočestica.

Posebno izražen odgovor utvrđen je kod genotipa Ika, kojemu je pri 10 % PEG-a tretman nanočesticama SiO₂ u koncentraciji od 1000 mg L⁻¹ povećao energiju klijanja s 13,0 % u netretiranoj kontroli na 64,5 %, dok je nakon tretmana koncentracijom od 500 mg L⁻¹ energija klijanja genotipova Ema i Lucija bila viša od 90 %. Sadržaj prolina povećavao se s intenzitetom sušnog stresa, a najveća prosječna vrijednost pri jakom stresu utvrđena je nakon tretmana nanočesticama SiO₂ u koncentraciji od 1000 mg L⁻¹. Ukupna amilolitička aktivnost bila je veća nakon svih predstavljenih tretmana nego u netretiranoj kontroli, pri čemu su najveće vrijednosti uglavnom utvrđene nakon tretmana nanočesticama SiO₂ u koncentraciji od 1000 mg L⁻¹. Dobiveni rezultati pokazuju da nanoprimer sjetvenja nanočesticama SiO₂ može utjecati na klijanje, rani rast i biokemijske odgovore klijanaca soje na sušni stres, pri čemu učinak ovisi o koncentraciji nanočestica, intenzitetu sušnog stresa i genotipu.

Ključne riječi: soja, sušni stres, nanoprimer, nanočestice SiO₂, klijanje, rani rast klijanaca, biokemijski pokazatelji

Soybean Seed Priming with Selenium, Silicon, and Zinc Nanoparticles to Alleviate Abiotic Stress

Nikolina Šimić, dipl. ing. agr.

Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Associate Professor Ivana Varga, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Co-mentor: Associate Professor Dejan Agić, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: July 2nd, 2026

Abstract shows: Doctoral thesis proposal

Introduction and research objective. Drought stress during germination can significantly reduce seed germination and restrict early soybean seedling growth. One potential approach to mitigating the adverse effects of drought stress is seed treatment with nanoparticles, referred to as nanoprimering. The application of silicon dioxide nanoparticles (SiO_2) can influence processes associated with germination, seedling growth, and responses to water limitation, although the effects may vary depending on nanoparticle concentration, stress intensity, and genotype. Therefore, this study aimed to determine the effects of seed priming with SiO_2 nanoparticles on germination, early growth, and biochemical parameters of seedlings of 11 soybean genotypes exposed to different levels of drought stress induced by polyethylene glycol (PEG 6000), and to assess the variability in responses with respect to nanoparticle concentration, drought stress intensity, and genotype.

Materials and methods. The study included 11 soybean genotypes developed by the Agricultural Institute Osijek. Seeds were primed with distilled water (hydropriming) or SiO_2 nanoparticle suspensions at concentrations of 500 and 1000 mg L⁻¹, while untreated seeds served as the control. Seeds were germinated between sheets of filter paper in the dark at 25 °C under non-stress conditions, with the filter paper moistened with distilled water, and under mild and severe drought stress induced by 5% and 10% PEG 6000 solutions, respectively. The experiment was conducted with four replicates of 50 seeds for each combination of genotype, seed treatment, and stress level. Germination and early seedling growth traits, together with selected biochemical parameters, were evaluated.

Results. Germination energy and seedling growth decreased with increasing drought stress intensity, with shoot growth being more strongly inhibited than root growth. All seed priming treatments increased germination energy and total germination and reduced the percentage of non-germinated seeds compared with the untreated control, although the beneficial effect on germination was not consistently reflected in the development of normal seedlings. Under severe drought stress, SiO_2 nanoparticle treatments generally resulted in greater seedling fresh mass than the untreated control, with pronounced differences among genotypes and nanoparticle concentrations.

A particularly pronounced response was observed in the genotype Ika, for which treatment with SiO₂ nanoparticles at 1000 mg L⁻¹ increased germination energy under 10% PEG from 13.0% in the untreated control to 64.5%, whereas germination energy of the genotypes Ema and Lucija exceeded 90% following treatment with 500 mg L⁻¹ SiO₂ nanoparticles. Proline content increased with increasing drought stress intensity, and the highest mean value under severe stress was observed following treatment with SiO₂ nanoparticles at 1000 mg L⁻¹. Total amylolytic activity was higher following all seed priming treatments than in the untreated control, with the highest values generally observed following treatment with SiO₂ nanoparticles at 1000 mg L⁻¹. The results indicate that seed nanopriming with SiO₂ nanoparticles can influence germination, early growth, and biochemical responses of soybean seedlings to drought stress, with the effects depending on nanoparticle concentration, drought stress intensity, and genotype.

Keywords: *soybean, drought stress, nanopriming, SiO₂ nanoparticles, germination, early seedling growth, biochemical parameters*



NIKOLINA ŠIMIĆ

Nikolina Šimić, dipl. ing. agr., rođena je 1985. godine u Slavonskom Brodu. Diplomirala je 2010. godine na Agronomskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu. Od 2013. godine zaposlena je kao stručna suradnica u Laboratoriju za ispitivanje kakvoće sjemena Odjela za sjemenarstvo Poljoprivrednog instituta Osijek. 2024. godine završila je obuku za kontrolu kvalitete poljoprivrednog reproduksijskog materijala pri Hrvatskoj agenciji za poljoprivredu i hranu. Od 2014. godine polaznica je Poslijediplomskog doktorskog studija Poljoprivredne znanosti, modul Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo, na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. U okviru znanstveno-istraživačkog rada sudjelovala je kao istraživač u provedbi dvaju projekata iz područja biljne proizvodnje, oplemenjivanja bilja i sjemenarstva, financiranih iz nacionalnih i europskih izvora, dok trenutno sudjeluje na projektu „Utjecaj kombiniranog abiotičkog stresa i klimatskih oscilacija na proizvodnju i kvalitetu sjemena“ (NPOO 2021.–2026., Programski ugovor s MZOM). Rezultate istraživanja predstavila je kroz četiri usmena izlaganja na međunarodnim znanstvenim skupovima. Autorica je jednog izvornog znanstvenog rada te koautorica jednog izvornog znanstvenog rada i 13 kongresnih sažetaka. Područje njezina stručnog i znanstvenog interesa obuhvaća kakvoću sjemena, sjemenarstvo, predstajene tretmane sjemena i odgovor biljaka na abiotički stres.

Učinak biofortifikacije ječma na proizvodne odlike i akumulaciju selen i cinka u zrnu genotipova ozimog ječma *Hordeum vulgare* L.

Dubravka Hefer, univ. spec. agr.

Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Vlado Guberac, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 24. rujna 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod. Selen (Se) i cink (Zn) važni su mikroelementi za biljke, životinje i ljude, a njihova nedovoljna zastupljenost predstavlja važan problem u prehrani. Ječam (*Hordeum vulgare* L.) je adaptabilna kultura, a biofortifikacija predstavlja mogućnost povećanja koncentracije mikroelemenata u zrnu. Genotipovi ječma razlikuju se u sposobnosti akumulacije mikroelemenata, dok genetska specifičnost akumulacije Zn, a posebice Se, nije dovoljno istražena. Stoga je potrebno povezati učinkovitost biofortifikacije i kobiofortifikacije s genetskom specifičnošću te agronomskim i gospodarskim svojstvima genotipova ozimog ječma. Posebna je pozornost usmjerena na mogućnost razlikovanja genotipova prema sposobnosti usvajanja i akumulacije Se i Zn te na odnos između primijenjenog tretmana i proizvodnih svojstava. Istraživanjem se nastoji povezati specifičnost genotipova i učinkovitost obogaćivanja zrna selenom i cinkom.

Hipoteze.

1. Aplikacijom selen u uzgoju ječma povećava se koncentracija selen u zrnu različitih genotipova ječma.
2. Aplikacijom cinka u uzgoju ječma povećava se koncentracija selen u zrnu različitih genotipova ječma.
3. Postoji genetska specifičnost sortimenta ječma u akumulaciji selen.
4. Postoji genetska specifičnost sortimenta ječma u akumulaciji cinka.
5. Biofortifikacija i kobiofortifikacija selenom i cinkom značajno utječu na agronomska i gospodarska svojstva različitih genotipova ječma.

Ciljevi. Istražiti učinak biofortifikacije na akumulaciju selen i cinka u zrnu različitih genotipova ozimog ječma; utvrditi specifičnost genotipova u akumulaciji selen i cinka; te procijeniti učinak biofortifikacije i kobiofortifikacije Se i Zn na agronomska i gospodarska svojstva analiziranih genotipova.

Materijal i metode. Istraživanje obuhvaća 12 genotipova ozimog ječma svrstanih u četiri skupine: dvoredne Barun, Otkos i Sandra; višeredne Pajdo, Panonac i Vito; pivarske Casanova, Tristan i Vanessa; te golozrne Mandatar, Osvit i GZ-184. Poljski pokus provodi se u Poljoprivrednom institutu Osijek prema RCBD dizajnu, s tri ponavljanja, tijekom dvije vegetacijske godine.

Primjenjuje se šest tretmana: kontrola bez biofortifikacije; Se1 folijarno (5 g/ha Se); Se2 folijarno (10 g/ha Se); Se2 u tlo (10 g/ha Se); Zn folijarno (1 kg/ha Zn); te Se2Zn folijarno (10 g/ha Se + 1 kg/ha Zn). Se se primjenjuje u obliku Na_2SeO_4 , a Zn u obliku ZnSO_4 . Tretman Se2 u tlo primjenjuje se nakon sjetve do faze nicanja, dok se folijarni tretmani provode u fenofazi početka cvatnje.

Tijekom svake vegetacijske godine planira se prikupiti 216 uzoraka nadzemne mase i zrna, odnosno ukupno 432 uzorka. Koncentracije Se i Zn u zrnu određuju se ICP-MS metodom i izražavaju u mg/kg suhe tvari biljnog materijala. Prate se datum klasanja, otpornost na polijeganje, visina biljke, broj zrna po klasu, urod zrna, masa 1000 zrna, hektolitarska masa, sadržaj proteina i škroba te frakcije zrna 2,8 mm, 2,5 mm, 2,2 mm i otpad. Na taj se način uspoređuju učinci genotipa, tretmana i uvjeta uzgoja te se procjenjuje njihova povezanost s koncentracijama mikroelemenata i proizvodnim svojstvima. Podaci se obrađuju analizom varijance (ANOVA), a razlike između sorti i okolina testiraju se LSD i DMRT testom.

Očekivani znanstveni doprinos. Očekuje se identifikacija genotipova s većom sposobnošću akumulacije selen i cinka, procjena optimalnog načina obogaćivanja zrna ječma te oblikovanje modela učinkovitije biofortifikacije. Rezultati bi mogli predstavljati podlogu za izbor roditelja u oplemenjivanju ječma i pridonijeti razvoju nutritivno kvalitetnijih proizvoda. Istraživanje povezuje genetiku, agronomiju i kvalitetu hrane s ciljem stvaranja vrijednijeg genetskog materijala.

Ključne riječi: *ozimi ječam, biofortifikacija, kobiofortifikacija, selen, cink, genotipovi, akumulacija mikroelemenata, ICP-MS, agronomska svojstva, ANOVA*

Effect of barley biofortification on production traits and the accumulation of selenium and zinc in the grain of winter barley (*Hordeum vulgare* L.) genotypes

Dubravka Hefer, univ. spec. agr.

Agricultural Institute Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Vlado Guberac, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: September 24th, 2026

Abstract shows: Doctoral thesis proposal

Introduction. Selenium (Se) and zinc (Zn) are important microelements for plants, animals, and humans, and their insufficient intake poses a significant nutritional problem. Barley (*Hordeum vulgare* L.) is an adaptable crop, and biofortification offers a means to increase microelement concentrations in the grain. Barley genotypes differ in their capacity to accumulate microelements, yet the genetic specificity of Zn and, particularly, Se accumulation has not been sufficiently investigated. Therefore, it is necessary to link the efficacy of biofortification and co-biofortification with the genetic specificity, as well as the agronomic and economic traits, of winter barley genotypes. Particular attention is focused on the potential to differentiate genotypes based on their capacity for Se and Zn uptake and accumulation, and on the relationship between the applied treatment and production traits. The research tries to connect the specificity of genotypes and the efficiency of grain enrichment with selenium and zinc.

Hypothesis

1. The application of selenium in the cultivation of barley increases the concentration of selenium in the grains of different genotypes of barley.
2. The application of zinc in barley cultivation increases the concentration of selenium in the grains of different genotypes of barley.
3. There is a genetic specificity of barley varieties in the accumulation of selenium.
4. There is a genetic specificity of barley varieties in zinc accumulation.
5. Biofortification and cobiofortification with selenium and zinc significantly affect the agronomic and economic properties of different genotypes of barley.

Objective. To investigate the effect of biofortification on the accumulation of selenium and zinc in the grains of different genotypes of winter barley; determine the specificity of genotypes in the accumulation of selenium and zinc; and evaluate the effect of biofortification and cobiofortification of Se and Zn on the agronomic and economic properties of the analyzed genotypes.

Materials and methods. The study includes 12 winter barley genotypes classified into four groups: two-rowed (Barun, Otkos, and Sandra), six-rowed (Pajdo, Panonac, and Vito), malting (Casanova, Tristan, and Vanessa), and hulless (Mandatar, Osvit, and GZ-184).

The field experiment is conducted at the Agricultural Institute Osijek using a randomized complete block design (RCBD) with three replications over two growing seasons. Six treatments are applied: control (no biofortification); Se1 foliar (5 g/ha Se); Se2 foliar (10 g/ha Se); Se2 soil-applied (10 g/ha Se); Zn foliar (1 kg/ha Zn); and Se2Zn foliar (10 g/ha Se + 1 kg/ha Zn). Selenium is applied as Na₂SeO₄, and zinc as ZnSO₄. The Se2 soil treatment is applied between sowing and emergence, while foliar treatments are carried out at the onset of flowering.

A total of 432 samples—comprising 216 samples of above-ground biomass and 216 samples of grain—are to be collected over the two growing seasons. Se and Zn concentrations in the grain are determined using the ICP-MS method and expressed in mg/kg of plant material dry matter. Parameters monitored include heading date, lodging resistance, plant height, number of grains per spike, grain yield, 1000-grain weight, hectolitre weight, protein and starch content, grain fractions (2.8 mm, 2.5 mm, 2.2 mm), and screenings. This approach allows for the comparison of the effects of genotype, treatment, and growing conditions, as well as the assessment of their relationship with microelement concentrations and production traits. Data are processed using analysis of variance (ANOVA), and differences between varieties and environments are tested using LSD and DMRT tests.

Expected scientific contribution. The study aims to identify genotypes with a higher capacity for selenium and zinc accumulation, evaluate the optimal method for barley grain enrichment, and develop a model for more efficient biofortification. The results could serve as a basis for selecting parental lines in barley breeding and contribute to the development of products with superior nutritional quality. The research integrates genetics, agronomy, and food quality with the goal of creating higher-value genetic material.

Keywords: *winter barley, biofortification, co-biofortification, selenium, zinc, genotypes, microelement accumulation, ICP-MS, agronomic traits, ANOVA*



DUBRAVKA HEFER

Dubravka Hefer rođena je 25. studenog 1980. u Vinkovcima. U Osijeku 1998. godine upisuje diplomski studij ratarskog usmjerenja na Poljoprivrednom fakultetu Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera koji završava 2006. godine, a 2015. godine završava i poslijediplomski specijalistički studij Zaštite bilja te stječe naziv univ. spec. agr. Akademске godine 2022./2023. na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek upisuje poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti, smjer Oplemenjivanje bilja i sjemenarstvo.

Zaposlena je kao stručni suradnik na Odjelu za oplemenjivanje i genetiku strnih žitarica na Poljoprivrednom institutu Osijek, gdje obavlja poslove na programu oplemenjivanja ječma u generacijskom materijalu (F1-F9) te ocjeni selekcijskog materijala i genotipova u poljskim pokusima. Sudjeluje u radu laboratorija za kvalitetu pšenice i ječma na analizama i mikroslađenju zrna ječma i slada. Također sudjeluje u istraživanjima u projektu Poljoprivrednog instituta Osijek, te HRZZ projektu nositelja Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek. Uključena je i u prijavu superiornih linija u ispitivanja Sortne komisije RH, te na održavanju i sjemenarstvu najviših kategorija sjemena ječma, kao i na formiranju vlastitog programa oplemenjivanja selekcijskog materijala od F1 do F4 generacije.

Osim toga ovlaštena je predavač u programu održive uporabe pesticida Ministarstva poljoprivrede, te prema Rješenju oplemenjivač i održivač nekih priznatih sorti ječma Poljoprivrednog instituta Osijek upisanih na sortnu listu Republike Hrvatske.

Usporedba modela za predikciju biljkama pristupačnih frakcija mangana i bakra u tlima kontinentalnog dijela Republike Hrvatske

Ivana Zegnal, dipl. ing. preh. teh.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Vinkovačka cesta 63c, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: izv. prof. dr. sc. Krunoslav Karalić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 24. rujna 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod s ciljem istraživanja. Dosadašnjim istraživanjima dokazano je da pristupačnost teških metala biljkama kao i njihove migracije u dublje slojeve tla u velikoj mjeri ovisi o oblicima u kojima se teški metali nalaze u tlu (izmjenjiva, karbonatna, Mn i Fe oksida, organska i rezidualna frakcija) u odnosu na ukupne količine u tlu. Ekstrakcija mikroelemenata EDTA otopinom je u Hrvatskoj najčešća metoda za određivanja topljive odnosno biljkama pristupačne frakcije esencijalnih teških metala. Osim EDTA otopine, lakopristupačni elementi mogu se ekstrahirati i pomoću AA-EDTA otopine (Lakänen i Ervio, 1971). Zakiseljavanje rizosfere povećava mobilizaciju mikroelemenata, a Karalić i sur. (2016) istraživali su utjecaj osnovnih kemijskih svojstava tla na ukupnu koncentraciju i pristupačne frakcije mikroelemenata u tlu na dvije lokacije u istočnoj Hrvatskoj koja su bila različite kiselosti i drugih svojstava, ali su oba tla bila siromašna organskom tvari. Na oba lokaliteta utvrdili su da su ukupne koncentracije mangana (Mn) veće od koncentracija ukupnog bakra (Cu). Na tlu neutralne reakcije ekstrakcijom s EDTA utvrđena je veća koncentracija biljkama raspoloživog Mn (50,52 mg/kg) nego Cu (4,78 mg/kg), a na tlu kisele reakcije koncentracija raspoloživog Fe (77,09 mg/kg) bila je veća od svih ostalih mikroelemenata (Mn 30,75 mg/kg, Cu 4,36 mg/kg, Zn 1,76 mg/kg). Lončarić i sur. (2020) u radu su prikazali potencijal matematičkih modela za predviđanje dostupnosti mikroelemenata (Fe, Zn i Mn) u kiselim i alkalnim tlima istočne Hrvatske.

Cilj ovog istraživanja bio je usporediti mogućnosti predviđanja fitopristupačnih oblika Mn i Cu primjenom regresijskih modela na temelju ukupnog sadržaja elemenata određenih metodom zlatotopke (aqua regia = AR) i primjenom rezultata pristupačnih frakcija Mn i Cu utvrđenih EDTA i AA-EDTA ekstrakcijom, uz procjenu utjecaja odabranih osnovnih svojstava tla na preciznost modela.

Materijal i metode. Istraživanje obuhvaća izbor i prikupljanje uzoraka iz oraničnog sloja na proizvodnim površinama u kontinentalnoj Hrvatskoj. Pripremljeni uzorci koristit će se za analizu osnovnih kemijskih svojstava, te ukupnu koncentraciju Cu i Mn i koncentraciju raspoloživih frakcija Cu i Mn. U uzorcima će biti provedene analize tla: pH tla, sadržaj humusa, pristupačni K i P, hidrolitička kiselost i sadržaj karbonata te dodatno analize ukupnih (zlatotopka) i raspoloživih (EDTA i AA-EDTA) frakcija mikroelemenata. Osnovni set uzoraka tla predstavljat će najmanje 100 uzoraka tla dubine do 30 cm sa poljoprivrednih površina kontinentalne Hrvatske i uzorci će biti distribuirani prema pH tla i prema sadržaju organske tvari, očekivano od najnižih (<3,5) do najvećih vrijednosti

pH (>7,50) te od najmanjeg (<1,0%) do najvećeg (>3%) sadržaja organske tvari. Matematički model za predviđanje raspoložive frakcije Cu i Mn u tlu bit će kreiran.

Rezultati. Rezultati navedenih svojstava tla su korišteni za modeliranje pristupačnosti mikroelemenata u tlima kontinentalne Hrvatske. Procjena fitopristupačnosti Mn i Cu u poljoprivrednim tlima važna je za procjenu plodnosti poljoprivrednih tala i optimizacije gnojidbe. Fitopristupačne koncentracije Mn i Cu određene su s ekstrakcijskim metodama: etilendiamintetraoctenom kiselinom (EDTA) i amonijevim acetat – EDTA (AA-EDTA). Jednostavni regresijski modeli temeljeni na ukupnom sadržaju elemenata pokazali su umjerenu povezanost za Mn (AR–EDTA Mn: $R^2 = 0,459$; odstupanje = 68,67%; AR–AA-EDTA Mn: $R^2 = 0,407$; odstupanje = 44,19%) te izraženiju povezanost za Cu (AR–EDTA Cu: $R^2 = 0,6707$; odstupanje = 26,93%; AR–AA-EDTA Cu: $R^2 = 0,714$; odstupanje = 28,19%). Uvođenjem dodatnih varijabli tla (pH vrijednost, sadržaj humusa, CaCO_3 , udio gline te ukupni sadržaj Mn i Cu) poboljšana je točnost modela za EDTA – ekstrahirani Mn ($R^2 = 0,5876$; odstupanje = 56,46%) i EDTA – ekstrahirani Cu ($R^2 = 0,7465$; odstupanje = 23,64%), dok su za AA-EDTA ekstrahirane oblike promjene bile manje izražene (Mn: $R^2 = 0,4427$; odstupanje = 44,01%; Cu: $R^2 = 0,7197$; odstupanje = 28,39%). Rezultati ukazuju da uključivanje ključnih svojstava tla poboljšava predviđanje regresijskih modela, osobito za EDTA – ekstrahirane oblike Mn i Cu, dok su modeli za Cu općenito pokazali veću predvidljivu uspješnost od modela za Mn. Regresijski modeli za Mn ne opisuju dovoljno dobro ovisnost svojstava tla kao za Cu, odnosno ne daju adekvatnu preciznost.

Ključne riječi: *fitopristupačnost, regresijski modeli, svojstva tla*

Comparison of Models for Estimating Plant-Available Fractions of Manganese and Copper in Soils of Continental Croatia

Ivana Zegnal, dipl. ing. preh. teh.

Croatian Agency for Agriculture and Food, Vinkovačka cesta 63c, 31000 Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Associate Professor Krunoslav Karalić, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: September 24th, 2026

Abstract shows: Doctoral thesis proposal

Introduction and research objective. Previous studies have demonstrated that the availability of heavy metals to plants, as well as their migration into deeper soil layers, largely depends on the forms in which heavy metals occur in the soil (exchangeable, carbonate-bound, Mn and Fe oxide-bound, organic, and residual fractions) in relation to their total concentrations in the soil. In Croatia, extraction with an EDTA solution is the most commonly used method for determining the soluble, i.e. plant-available, fractions of essential micronutrients. In addition to EDTA, readily available elements can also be extracted using an ammonium acetate–EDTA (AA-EDTA) solution (Lakanen and Erviö, 1971).

Rhizosphere acidification increases the mobilization of micronutrients. Karalić et al. (2016) investigated the influence of basic soil chemical properties on the total concentrations and available fractions of micronutrients in soils at two sites in eastern Croatia that differed in acidity and other soil properties, although both soils were low in organic matter. At both sites, total manganese (Mn) concentrations were higher than total copper (Cu) concentrations. In the neutral soil, EDTA extraction resulted in a higher concentration of plant-available Mn (50.52 mg/kg) than Cu (4.78 mg/kg), whereas in the acidic soil, the concentration of available Fe (77.09 mg/kg) was higher than that of all other micronutrients (Mn 30.75 mg/kg, Cu 4.36 mg/kg, Zn 1.76 mg/kg). Lončarić et al. (2020) demonstrated the potential of mathematical models for predicting the availability of micronutrients (Fe, Zn, and Mn) in acidic and alkaline soils of eastern Croatia.

The aim of this study was to compare the predictive performance of regression models for plant-available forms of Mn and Cu, based on the total element concentrations determined by aqua regia (AR) digestion and on the concentrations of the available Mn and Cu fractions determined using EDTA and AA-EDTA extraction, while assessing the influence of selected basic soil properties on model accuracy.

Materials and methods. The study includes the selection and collection of soil samples from the plough layer of agricultural production areas in continental Croatia. The prepared samples will be used to determine basic soil chemical properties, total Cu and Mn concentrations, and the concentrations of available Cu and Mn fractions.

The following soil properties will be analyzed: soil pH, humus content, plant-available K and P, hydrolytic acidity, and carbonate content. In addition, total micronutrient concentrations (determined by aqua regia digestion) and available micronutrient fractions (determined using EDTA and AA-EDTA extraction) will be analyzed.

The basic soil sample set will comprise at least 100 soil samples collected from agricultural areas of continental Croatia at a depth of up to 30 cm. The samples will be distributed according to soil pH and organic matter content, ranging from the lowest expected pH values (<3.5) to the highest (>7.50), and from the lowest organic matter content (<1.0%) to the highest (>3%).

A mathematical model for predicting the available fractions of Cu and Mn in soil will be developed.

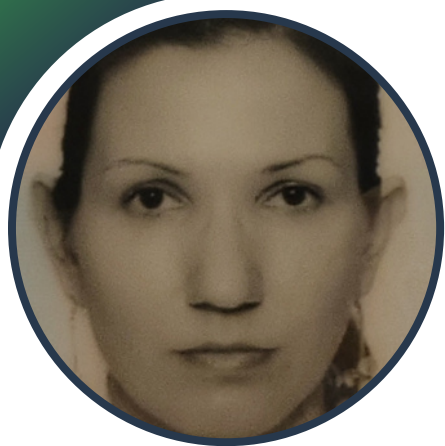
Results. The results of the analyzed soil properties were used to model micronutrient availability in the soils of continental Croatia. Assessing the phytoavailability of Mn and Cu in agricultural soils is important for evaluating soil fertility and optimizing fertilization practices.

Phytoavailable concentrations of Mn and Cu were determined using two extraction methods: ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) and ammonium acetate–EDTA (AA-EDTA). Simple regression models based on the total element concentrations showed a moderate relationship for Mn (AR–EDTA Mn: $R^2 = 0.459$; deviation = 68.67%; AR–AA-EDTA Mn: $R^2 = 0.407$; deviation = 44.19%) and a stronger relationship for Cu (AR–EDTA Cu: $R^2 = 0.6707$; deviation = 26.93%; AR–AA-EDTA Cu: $R^2 = 0.714$; deviation = 28.19%).

The inclusion of additional soil variables (pH, humus content, CaCO_3 content, clay content, and total Mn and Cu concentrations) improved model performance for EDTA-extractable Mn ($R^2 = 0.5876$; deviation = 56.46%) and EDTA-extractable Cu ($R^2 = 0.7465$; deviation = 23.64%), whereas changes in the models for AA-EDTA-extractable forms were less pronounced (Mn: $R^2 = 0.4427$; deviation = 44.01%; Cu: $R^2 = 0.7197$; deviation = 28.39%).

The results indicate that incorporating key soil properties improves the predictive performance of regression models, particularly for EDTA-extractable forms of Mn and Cu. Overall, the models for Cu demonstrated greater predictive performance than those for Mn. The regression models for Mn did not adequately describe the relationship between soil properties and Mn phytoavailability and therefore did not provide sufficient predictive accuracy.

Keywords: *phytoavailability, regression models, soil properties*



IVANA ZEGNAL

Ivana Zegnal rođena je 10. 12. 1977. godine u Đakovu. Osnovnu i srednju školu – Opća gimnazija „A. G. Matoš“ završila u Đakovu. 2004. godine na Prehrambeno tehnološkom fakultetu u Osijeku stječe naziv diplomirani inženjer prehrambene tehnologije i procesnog inženjerstva, smjer prehrambeno inženjerstvo. 2005. godine započinje rad u Zavodu za tlo, a od 2018. godine kao voditelj Odjela laboratorija aktivno se uključuje u poslove vezano uz zaštitu poljoprivrednog zemljišta i suradnju sa znanstvenom zajednicom. 2019. godine upisuje poslijediplomski doktorski studij, smjer Agrokemija na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Sudjeluje u projektima “Agroekoteh” – Optimizacija gospodarenja tlom prilagodba agroekosustava i agrotehničkih mjera klimatskim promjenama i “Trajno praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta” – monitoring u sklopu NPOO. Od 2018. godine je članica i kontakt osoba za GLOSOLAN nacionalne referentne laboratorije imenovane od strane nacionalnih središnjih točaka pri GSP-u, članica Stručnog povjerenstva za utvrđivanje uvjeta koje moraju ispunjavati laboratoriji u postupku ovlašćivanja laboratorija za obavljanje analiza tla sukladno Pravilniku o metodologiji za praćenje stanja poljoprivrednog zemljišta (NN 47/19), članica Hrvatskog tloznanstvenog društva, aktivna sudionica međunarodnih savjetovanja, kongresa vezanih uz tloznanstvo i jedna od autorica “Tehnološke upute za tumačenje rezultata tla”. Tijekom radnog vijeka završila niz stručnih usavršavanja na području agronomije i sustava upravljanja laboratorijem.

Višegodišnja analiza genotipova ozime pšenice u Republici Hrvatskoj u uvjetima aktualnih klimatskih promjena (*Triticum aestivum* L.)

Zvonimir Lalić, univ. mag. ing. agr.

Hrvatska agencija za poljoprivredu i hranu, Vinkovačka cesta 63c, 31000 Osijek
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Mentor: prof. dr. sc. Vlado Guberac, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 24. rujna 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Uvod. U oplemenjivanju i selekciji pšenice kroz vrijeme postojali su različiti trendovi i postavljeni ciljevi u poboljšanju agronomskih i gospodarskih odlika, usmjereni na povećanju uroda i poboljšanju pekarske kakvoće.

Klimatske promjene globalno značajno utječu na produktivnost pšenice kroz različite stresne čimbenike, a obzirom na značajan trend klimatskih promjena, nepredvidivost pojavnosti klimatskih ekstrema, utjecaj interakcije između genotipa i okoliša ima značajnu ulogu u nastanku razlika među genotipovima po pitanju stabilnosti i adaptabilnosti uvjetima proizvodnje i mikroklimatu.

Razvojem spoznaje o važnosti biljnih genetskih izvora, posebno kroz „Nacionalni program očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora“, potiče se analiza starije germplazme koja moguće zbog vremenskog razdoblja i tadašnjih trendova u proizvodnji nije bila ni adekvatno iskorištena u proizvodnji, a s promjenom uvjeta proizvodnje može biti izravno ili neizravno korisna u oplemenjivanju i proizvodnji.

Hipoteza. Očekuje se opravdanost istraživanja agronomskih svojstava, svojstava neizravnih pokazatelja kvalitete te reoloških pokazatelja kvalitete genotipova pšenice iz Nacionalnog programa očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora u promijenjenim klimatskim uvjetima u odnosu na uvjete u vrijeme njihovog priznavanja i uzgoja u proizvodnji.

Za očekivati je s obzirom na značajan trend klimatskih promjena te nepredvidivost pojavnosti klimatskih ekstrema da utjecaj interakcije između genotipa i okoliša ima značajnu ulogu u nastanku razlika među genotipovima po pitanju stabilnosti i adaptabilnosti uvjetima proizvodnje i mikroklimatu.

Ciljevi. Cilj istraživanja u desetogodišnjim pokusima s 20 genotipova:

1. Analiza agronomskih i gospodarskih svojstava genotipova pšenice
2. Analiza neizravnih pokazatelja kvalitete genotipova pšenice
3. Analiza reoloških pokazatelja genotipova pšenice
4. Procijena mogućnosti korištenja analiziranih genotipova pšenice u svrhu daljnje proizvodnje i programa oplemenjivanja.

Materijal i metode. U cilju istraživanja agronomskih i gospodarskih svojstava, te tehnološke kvalitete pšenice, analizirano je 20 genotipova pšenice kroz desetogodišnje mikropokuse provedene na pokušalištu Poljoprivrednog instituta Osijek. (RCBD dizajn, 4. ponavljanja).

U višegodišnjem pokusu uključeni su genotipovi: Sirban Prolifik (1905), Osječka Šišulja U1 (1936), San Pastore (1940), Bezostaja 1 (1963), Libellula (1965), Dubrava (1968), Zlatna Dolina (1971), Tena (1973), Osječka Crvenka (1976), Osječka 20 (1978), Osječanka (1980), Sana (1983), Slavonija (1984), Žitarka (1985), Srpanjka (1989), Demetra (1991), Super Žitarka (1997), Golubica (1998), Felix (2007) i Kraljica (2010). Genotip Kraljica se nalazi na Sortnoj listi Republike Hrvatske te je standard u službenim ispitivanjima gospodarske vrijednosti (VCU).

Analizirana su svojstva:

1. Agronomska svojstva: Urod po hektaru, datum klasanja, otpornost na polijeganje, visina stabljike, visina biljke, duljina klasa broj klasića u klasu, broj zrna u srednjem klasiću
2. Neizravni pokazatelji kvalitete: Hektolitarska masa, masa tisuću zrna, udio proteina, količina vlažnog glutena, gluten indeks, aktivnost α -amilaze – padajući broj.
3. Reološki pokazatelji: Upijanje vode, razvoj tijesta, stabilnost tijesta, otpor tijesta, stupanj omekšanja tijesta, kvalitetni broj, energija tijesta, otpor tijesta na istezanje nakon 5 minuta, rastezljivost tijesta, maksimalni otpor tijesta, omjer otpora i rastezljivosti, omjer maksimalnog otpora i rastezljivosti.

Agronomska svojstva će se statistički analizirati analizom varijance (ANOVA), a razlike između sorti i okolina testirati će se LSD-testom i DMTR-om.

Planira se i primjena multivarijantne analize, putem adekvatnih računalnih programa za statistiku, u proučavanju divergencije između genotipova te u utvrđivanju postojanja interakcije genotipa i okoliša.

Očekivani znanstveni doprinos. Spoznaja vrijednosti starije germplazme i kroz naša istraživanja imat će učinak na očuvanje te germplazme, ukazati na njenu vrijednost, a što ima znanstveni, proizvodni, ali i „održivi“ značaj.

Znanstveno i sa stanovišta proizvodnje opravdana je potreba konstantno pratiti trendove genetske raznolikosti biljnih vrsta, pratiti ponašanja “starih” i “novijih” genotipova pšenice u trendu s klimatskim promjenama, te poticati temeljem rezultata istraživanja introdukciju istih u postojeće programe oplemenjivanja te proizvodnju.

Ključne riječi: *pšenica, genotip, agronomska svojstva, neizravni pokazatelji kvalitete, reološki pokazatelji kvalitete*

Multi-year analysis of winter wheat genotypes in the Republic of Croatia under current climate change conditions (*Triticum aestivum* L.)

Zvonimir Lalić, univ. mag. ing. agr.

Croatian Agency for Agriculture and Food, Vinkovačka cesta 63c, 31000 Osijek
Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Mentor: Full Professor Vlado Guberac, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: September 24th, 2026

Abstract shows: Doctoral thesis proposal

Introduction. In wheat breeding and selection over time, various trends and objectives have been established to improve agronomic and economic traits, primarily aimed at increasing yield and enhancing baking quality.

Global climate change significantly impacts wheat productivity through various stress factors. Given the significant trend of climate change and the unpredictable occurrence of climate extremes, the impact of genotype-by-environment interaction plays a crucial role in creating differences among genotypes regarding their stability and adaptability to production conditions and microclimates.

With the growing awareness of the importance of plant genetic resources, particularly through the "National Programme for the Conservation and Sustainable Use of Plant Genetic Resources", the analysis of older germplasm is encouraged. Due to the specific historical period and prevailing production trends at the time, this germplasm may not have been adequately utilized in production; however, with changing production conditions, it could prove directly or indirectly useful in modern breeding and production.

Hypothesis. It is expected that researching the agronomic traits, indirect quality indicators, and rheological quality parameters of wheat genotypes from the National Programme for the Conservation and Sustainable Use of Plant Genetic Resources is highly justified under altered climate conditions, compared to the conditions at the time of their original release and commercial cultivation.

Considering the significant trend of climate change and the unpredictable occurrence of climate extremes, it is anticipated that genotype-by-environment interaction will play a major role in generating differences among genotypes regarding their stability and adaptability to production environments and microclimates.

Objectives. The objectives of this research, based on ten-year trials involving 20 genotypes, are:

1. Analysis of the agronomic and economic traits of the wheat genotypes.
2. Analysis of the indirect quality indicators of the wheat genotypes.
3. Analysis of the rheological parameters of the wheat genotypes.
4. Evaluating the potential of utilizing the analyzed wheat genotypes for future production and breeding programs.

Material and methods. To investigate the agronomic and economic traits, as well as the technological quality of wheat, 20 wheat genotypes were analyzed through ten-year micro-trials conducted at the experimental field of the Agricultural Institute Osijek (RCBD design, 4 replications).

The multi-year trial included the following genotypes: Sirban Prolifik (1905), Osječka Šišulja U1 (1936), San Pastore (1940), Bezostaja 1 (1963), Libellula (1965), Dubrava (1968), Zlatna Dolina (1971), Tena (1973), Osječka Crvenka (1976), Osječka 20 (1978), Osječanka (1980), Sana (1983), Slavonija (1984), Žitarka (1985), Srpanjka (1989), Demetra (1991), Super Žitarka (1997), Golubica (1998), Felix (2007), and Kraljica (2010). The Kraljica genotype is on the National List of Varieties of the Republic of Croatia and serves as a standard in official Value for Cultivation and Use (VCU) testing.

The following traits were analyzed:

1. Agronomic traits: Yield per hectare, heading date, lodging resistance, stem height, plant height, spike length, number of spikelets per spike, and number of grains in the central spikelet.
2. Indirect quality indicators: Test weight (hectoliter weight), thousand-kernel weight, protein content, wet gluten content, gluten index, and α -amylase activity – Falling Number.
3. Rheological parameters: Water absorption, dough development time, dough stability, dough resistance, degree of dough softening, quality number, dough energy, dough resistance to extension after 5 minutes, dough extensibility, maximum dough resistance, resistance to extensibility ratio, and maximum resistance to extensibility ratio.

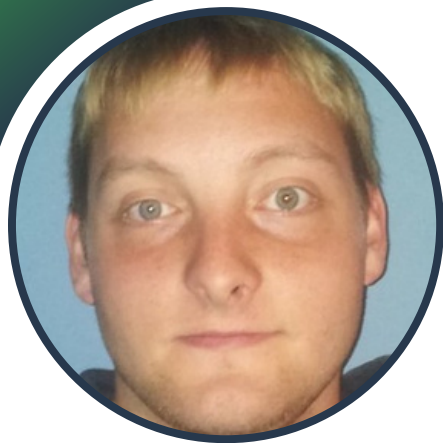
Agronomic traits will be statistically analyzed using analysis of variance (ANOVA), while differences between varieties and environments will be tested using the LSD test and DMRT (Duncan's Multiple Range Test).

The application of multivariate analysis is also planned, using appropriate statistical software, to study the divergence among genotypes and to determine the presence of genotype-by-environment interaction.

Expected scientific contribution. Recognizing the value of older germplasm through our research will have a positive impact on its conservation and highlight its worth, which holds scientific, production, and "sustainable" significance.

From both scientific and production standpoints, there is a justified need to continuously monitor genetic diversity trends in plant species, observe the behavior of "old" and "newer" wheat genotypes in the context of climate change, and, based on research results, encourage their introduction into existing breeding programs and commercial production.

Keywords: *wheat, genotype, agronomic traits, indirect quality indicators, rheological quality parameters*



ZVONIMIR LALIĆ

Zvonimir Lalić rođen je 15. 02. 1990. godine u Osijeku. Preddiplomski sveučilišni studij, smjer Agroekonomika (2012. god.) i diplomski sveučilišni studij Agroekonomika (2015. god.) završio je na Poljoprivrednom fakultetu u Osijeku Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku. Zaposlen je u HAPIH-u, Centru za sjemenarstvo i rasadničarstvo od 01. 08. 2018. godine na mjestu stručnog suradnika u Odjelu za biljne sorte na projektu „Nacionalnog programa očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u RH“. Od 2021. godine radi na mjestu stručnog suradnika te od 01. 01. 2023. na radnom mjestu višeg stručnog savjetnika u Odjelu za biljne sorte. Dana 21. 05. 2026. potpisuje ugovor na radno mjesto „viši savjetnik 2“ u Odjelu za dodjeljivanje oplemenjivačkog prava i biljne genetske izvore. Tijekom rada u HAPIH-u, Centru za sjemenarstvo i rasadničarstvo uspješno je završio obuke o sustavu zaštite biljnih sorti UPOV DL-205 – Introduction to the UPOV System of Plant Variety Protection under the UPOV Convention i UPOV DL-305 Examination of Applications for Plant Breeders Rights. Član je RS Industrijsko bilje u „Nacionalnom programu očuvanja i održive uporabe biljnih genetskih izvora za hranu i poljoprivredu u RH“ od 10. 03. 2022. godine.

Biološka aktivnost i selektivnost ionskih tekućina na bazi imidazola prema štetnim i korisnim beskralježnjacima

Helena Ereš, univ. mag. ing. agr.

Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Mentorica: prof. dr. sc. Ivana Majić, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Komentorica: prof. dr. sc. Vesna Rastija, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Datum obrane teme doktorskog rada: 24. travnja 2026.

Sažetak prikazuje: prijedlog doktorskog rada

Intenzivna primjena sintetskih pesticida u suvremenoj poljoprivredi povezana je s razvojem rezistentnosti štetnika, smanjenjem učinkovitosti sredstava za zaštitu bilja i mogućim negativnim učincima na korisne organizme. Zbog navedenog postoji potreba za razvojem selektivnijih i okolišno prihvatljivijih aktivnih tvari. Ionske tekućine na bazi imidazola pokazuju različita biološka svojstva i potencijal za primjenu u zaštiti bilja, no njihova biološka aktivnost i selektivnost prema štetnim i korisnim beskralježnjacima još nisu dovoljno istražene. Cilj istraživanja je utvrditi biološku aktivnost i selektivnost ionskih tekućina na bazi imidazola prema odabranim štetnim i korisnim beskralježnjacima te procijeniti njihov bioracionalni potencijal u zaštiti bilja. Istraživanje će se provoditi u kontroliranim laboratorijskim uvjetima primjenom 20 novosintetiziranih ionskih tekućina na bazi imidazola na štetnim vrstama kukaca: velikog voskova moljca (*Galleria mellonella*), krumpirovu zlaticu (*Leptinotarsa decemlineata*) i stjenice (*Pentatomidae*), te na korisnim beskralježnjacima, uključujući zlatooku (*Chrysoperla carnea*), bubamaru (*Cryptolaemus montrouzieri*) i entomopatogene nematode vrste *Heterorhabditis bacteriophora* i *Steinernema feltiae*, pri čemu će se ispitivati nativni i komercijalni sojevi. Biološka aktivnost procjenjivat će se oralnim ili kontaktnim biološkim testovima, ovisno o ispitivanoj vrsti, praćenjem mortaliteta i razvojnih, nutritivnih, morfološko-fizioloških, bihevioralnih i reproduktivnih parametara kod kukaca, dok će se kod entomopatogenih nematoda pratiti mortalitet, pokretljivost i patogenost preživjelih jedinki. QSAR analizom utvrdit će se povezanost između kemijske strukture ionskih tekućina na bazi imidazola i njihove biološke aktivnosti prema ispitivanim organizmima. Rezultati će omogućiti procjenu selektivnosti i bioracionalnog potencijala ispitivanih ionskih tekućina čime će se stvoriti znanstvena osnova za daljnji razvoj selektivnijih aktivnih tvari za primjenu u zaštiti bilja.

Ključne riječi: preobrazba, hormonski poremećaj, toksičnost, smrtnost, bioracionalni pesticidi

Biological Activity and Selectivity of Imidazole-Based Ionic Liquids towards Pest and Beneficial Invertebrates

Helena Ereš, univ. mag. ing. agr.

Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, Osijek

Mentor: Full Professor Ivana Majić, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Comentor: Full Professor Vesna Rastija, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek

Date of theme defense of dissertation: April 24th, 2026

Abstract shows: Doctoral thesis proposal

The intensive use of synthetic pesticides in modern agriculture is associated with the development of pest resistance, reduced efficacy of plant protection products, and potential adverse effects on beneficial organisms. Consequently, there is a need to develop more selective and environmentally acceptable active substances. Imidazole-based ionic liquids exhibit diverse biological properties and show potential for use in plant protection; however, their biological activity and selectivity towards pest and beneficial invertebrates remain insufficiently investigated. The aim of this study is to determine the biological activity and selectivity of imidazole-based ionic liquids towards selected pest and beneficial invertebrates and to assess their biorational potential in plant protection. The study will be conducted under controlled laboratory conditions using 20 newly synthesized imidazole-based ionic liquids tested against pest insect species: the greater wax moth (*Galleria mellonella*), colorado potato beetle (*Leptinotarsa decemlineata*), and stink bugs (*Pentatomidae*), as well as beneficial invertebrates: the green lacewing (*Chrysoperla carnea*), mealybug ladybird (*Cryptolaemus montrouzieri*), and the entomopathogenic nematodes *Heterorhabditis bacteriophora* and *Steinernema feltiae*, including both native and commercial strains. Biological activity in insects will be assessed by monitoring mortality and developmental, nutritional, morphological and physiological, behavioural, and reproductive parameters, whereas mortality, mobility, and pathogenicity of surviving individuals will be evaluated in entomopathogenic nematodes. QSAR analysis will be used to determine the relationship between the chemical structure of imidazole-based ionic liquids and their biological activity against the tested organisms. The results will enable the assessment of the selectivity and biorational potential of the tested ionic liquids and provide a scientific basis for the development of more selective active substances for plant protection.

Keywords: metamorphosis, hormonal disruption, toxicity, mortality, biorational pesticides



HELENA EREŠ

Helena Ereš rođena je 17. siječnja 1998. godine u Vinkovcima. Osnovnu školu završila je u Ivankovu, a gimnaziju Matije Antuna Reljkovića, smjer opći, završila je u Vinkovcima 2017. godine. Iste godine na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek upisuje sveučilišni prijediplomski studij, smjer Hortikultura, a 2020. godine upisuje sveučilišni diplomski studij Bilinogojstvo, smjer Zaštita bilja. U veljači 2022. godine završila je program Pedagoško-psihološko-didaktičko-metodičke izobrazbe na Filozofskom fakultetu u Osijeku, a u rujnu 2022. godine obranila je diplomski rad.

Od srpnja 2024. godine zaposlena je kao asistentica na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek, pri Zavodu za fitomedicinu na Katedri za entomologiju i nematologiju. Poslijediplomski doktorski studij Poljoprivredne znanosti, smjer Zaštita bilja upisala je 2024./2025. akademske godine. Sudjeluje u izvođenju vježbi na prijediplomskim i diplomskim studijima iz područja entomologije. Sudjelovala je na Erasmus+ mobilnosti u Le Mans University, Francuskoj i na stručnom usavršavanju putem Erasmus+ mobilnosti na Instituto de Ciencias de la Vid y del Vino (ICVV), Logroño, Španjolska. Sudjeluje kao suradnica na nacionalnim i međunarodnim znanstveno-istraživačkim projektima. Članica je HDBZ-a, HED-a i IOBC-a. Njezini znanstveni interesi obuhvaćaju zaštitu bilja, entomologiju, nematologiju s posebnim naglaskom za entomopatogene nematode i primjenu novih tehnologija u zaštiti bilja.

