



Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

**Fakultet agrobiotehničkih
znanosti Osijek**



DAN DOKTORATA 2020

**ZBORNIK SAŽETAKA
BOOK OF ABSTRACTS**

Osijek, 21. listopada 2020.

Izdavač: Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku

Glavni urednik: prof. dr. sc. Zvonko Antunović

Tehnički urednici: Maja Novoselec, mag. educ. philol. angl. at mag. paed
Ras Lužaić, dipl. ing.

Dizajn i prijelom: Ras Lužaić, dipl. ing.

Tisak: VIN GRAFIKA Osijek

Naklada: 30 primjeraka

ZBORNİK SAŽETAKA
BOOK OF ABSTRACTS

Osijek, 2020.

Što je Dan doktorata?

Dan doktorata se organizira zbog javnog prikazivanja rezultata istraživanja u sklopu obranjenih doktorskih disertacija, kao i preliminarnih rezultata istraživanja nakon pozitivno ocijenjenih tema doktorskih disertacija tijekom prethodne akademske godine. Navedeno će pridonijeti što učinkovitijoj pomoći doktorandima pri izradi svojih doktorskih disertacija.

Cilj organiziranja ovakve manifestacije 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 privredu.

Studenti 2. i 3. godine poslijediplomskog sveučilišnog (dokorskog) studija „Poljo-privredne znanosti“ koji imaju pozitivno ocijenjenu temu doktorske disertacije obvezni su sudjelovati na Danu doktorata.

Predstavljanje rezultata doktorata organizirat će se u obliku poster prezentacije za pozitivno ocijenjene teme dokorskkih disertacija u obimu u kojem su one provedene (preliminarni rezultati ili plan rada) ili putem usmenog izlaganja u trajanju do 15 minuta za obranjene doktorske disertacije u prethodnoj akademskoj godini.

SADRŽAJ

izv. prof. dr. sc. Andrijana Rebekić	
Najčešće pogreške u interpretaciji rezultata korelacijske analize	1
The most common errors when interpreting results of correlation analysis	2
Iva Škoflek, mag. informatol.	
Uvod u pretraživanje znanstvenih baza podataka	3
Introduction in research of scientific databases	4
dr. sc. Anamarija Banaj	
Kvaliteta rada pneumatskih sijačica s podtlakom pri različitim sustavima sjetve kukuruza	5
Work quality of pneumatic sowing machines at different systems of maize sowing	6
dr. sc. Željko Barač	
Odnos nekih eksploatacijskih činitelja na pojavu buke i vibracija kao ergonomske pokazatelja	7
The relationship between some exploitative factors on the appearance of noise and vibration as ergonomic indicators	9
dr. sc. Sunčica Guberac	
Asocijativna analiza fenotipskih svojstava heksaploidne pšenice i molekularnih markera	11
Association analysis of phenotypic traits and molecular markers in hexaploid wheat	13
dr. sc. David Kranjac	
Model parcijalne ravnoteže stočarske proizvodnje u Republici Hrvatskoj	15
Partial equilibrium model of livestock production in the Republic of Croatia	17

dr. sc. Ivo Rešić	
Utjecaj mikrobiološkog pripravka i gnojidbe dušikom na prinos i kvalitetu korijena šećerne repe	19
Influence of microbial preparation and nitrogen fertilization on yield and quality of sugar beet root	20
dr. sc. Mario Ronta	
Utjecaj vrste i strukture krmiva na razvoj probavnog sustava, proizvodne pokazatelje i metabolički profil teladi	21
Influence of type and structure of feed on digestive system development, production indicators and metabolic profile of calves	22
mr. Vlado Jumić, dipl. ing.	
Razvoj rogovlja jelena običnog (<i>Cervus elaphus</i> L.) u kontroliranom uzgoju	23
The Growth of Feedlot Red Deer (<i>Cervus elaphus</i> L.) Antlers	25
Dejan Bošnjak, mag. ing. agr.	
Optimizacija mikropropagacije borovnice (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) primjenom nanobiotehnologije u tekućem imerznom (TIB/TIS) sustavu bioreaktora	27
The Optimization of Blueberry Micropropagation (<i>Vaccinium corymbosum</i> L.) Using Nanobiotechnology in Liquid Immersion (TIB/TIS) Bioreactor System	29
Sanja Grubišić, mag. ing. agr.	
Bioraspoloživost K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn i Se iz pšenične trave (<i>Triticum aestivum</i> L.)	31
Bioavailability of K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn and Se in wheatgrass (<i>Triticum aestivum</i> L.) juice	33
Josip Gulin, mag. ing. agr.	
Zec kao bioindikator onečišćenja staništa teškim metalima	35
Hare as a bioindicator of heavy metals habitat pollution	37
Jelena Jelenić, mag. ing. agr.	
Djelovanje biostimulanta kalijeva oksida na supresiju sive plijesni na vinovoj lozi nakon ledotuče u fazi uznapredovale zriobe	39
Effect of biostimulant potassium oxide on suppression of gray mold after hail in grapevine véraison phenophase	40

Sanja Jelić Milković, mag. ing. agr.	
Utjecaj društvenih zahtjeva na potrošački odabir mesa crne slavonske svinje	41
Impact of social concerns on consumer choice of Black Slavonian pig meat	43
Marija Kristić, mag. ing. agr.	
Biološki aktivne komponente u pšeničnoj travi (<i>Triticum aestivum</i> L.) uzgajane u promjenjivim ekološkim uvjetima	45
Biologically active components in wheatgrass (<i>Triticum aestivum</i> L.) grown in changing ecological conditions	47
Magdalena Matić, mag. biol.	
Fiziološki odgovor genotipova pšenice ovisno o infekciji <i>Fusarium</i> vrstama i gnojidbi dušikom	49
Physiological response in winter wheat genotypes depending on <i>Fusarium</i> infection and N fertilization	51
Boris Ravnjak, mag. ing. agr.	
Biofortifikacija lisnatog povrća selenom uz primjenu nanobiotehnologije	53
Biofortification of leafy vegetables with selenium using nanobiototechnology	55
Ana Zelić, mag. ing. agr.	
Obogaćivanje jaja s n-3 polinezasićenim masnim kiselinama i utjecaj konzumacije jaja na ljudsko zdravlje	57
Enrichment of eggs with n-3 polyunsaturated fatty acids and the impact of egg consumption on human health	59

NAJČEŠĆE POGREŠKE U INTERPRETACIJI REZULTATA KORELACIJSKE ANALIZE

izv. prof. dr. sc. Andrijana Rebekić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

U općenitom smislu pojam „korelacija“ opisuje odnos dvije promjenjive pojave ili dva svojstva. Tako se npr. u biotehničkim znanostima susrećemo s korelacijom između visine biljke i uroda, količine oborina i pojave gljivičnih oboljenja u biljaka, starosti goveda i tjelesne mase i slično. U statistici se, riječju „korelacija“ opisuje ovisnost između varijabli, koja se na temelju matematičke formule može izračunati. Izračunana vrijednost naziva se koeficijent korelacije. Općenito govoreći, kada se spominje koeficijent korelacije najčešće se misli na Pearsonov koeficijent korelacije (produkt-moment koeficijent korelacije) (r) ili u nekim slučajevima (što obično bude naglašeno) na Spearmanov koeficijent korelacije (koeficijent rang korelacije) (r_s). Podaci na temelju kojih se izračunava Pearsonovog koeficijent korelacije trebaju ispunjavati parametrijske pretpostavke. Koeficijent korelacije (r) opisuje jačinu i smjer veze između zavisno promjenjive varijable y i nezavisno promjenjive varijable x . Jačina veze iskazuje se na Roemer – Orphalovoj skali vrijednostima od nula do jedan, dok predznak koeficijenta govori o smjeru veze. Vrijednosti bliže jedinici ukazuju na jaču vezu, dok vrijednosti bliže nuli ukazuju na slabiju vezu. Koeficijent korelacije pozitivnog predznaka ukazuje na vezu pozitivnog smjera (povećanjem nezavisno promjenjive varijable x , povećava se i vrijednost zavisno promjenjive varijable y), dok negativan predznak kod koeficijenta korelacije ukazuje na vezu negativnog smjera (povećanjem nezavisno promjenjive varijable x , smanjuje se vrijednost zavisno promjenjive varijable y) između ispitivanih varijabli. S obzirom na čestu primjenu korelacijske analize, česte su i pogreške u izračunavanju i interpretaciji koeficijenta korelacije. Korelacija označava povezanost varijabli ali ne podrazumijeva uzročno – posljedičnu vezu, te iz toga proizlazi jedna od najčešćih i najvećih pogrešaka u interpretaciji koeficijenta korelacije. Naime, često se poistovjećuju korelacija i kauzacija, što je pogrešno. Nadalje, često se za ispitivanje povezanosti varijabli koristi Pearsonov koeficijent korelacije, bez prethodne potvrde linearne veze između ispitivanih varijabli. Osim toga, na temelju koeficijenta korelacije koji je jednak nuli, često se zaključuje da su ispitivane varijable međusobno neovisne, što ne mora biti točno. Na primjer, koeficijent korelacije $r = 0$, ukazuje na to da između ispitivanih varijabli ne postoji linearna veza, što ne znači da su ispitivane varijable međusobno neovisne, već samo da nisu u linearnoj vezi. U objavljenim radovima su česte pogreške u izračunavanju i interpretaciji koeficijenta korelacije, stoga je cilj ovog predavanja ukazati na najčešće pogreške te načine njihovog izbjegavanja.

Ključne riječi: koeficijent korelacije, koeficijent determinacije, dijagram raspršenja; linearna veza

THE MOST COMMON ERRORS WHEN INTERPRETING RESULTS OF CORRELATION ANALYSIS

PhD Andrijana Rebekić, Associate Professor

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

In a general, the term “correlation” describes the relationship of two variables or two traits. For example, in biotechnical sciences, we encounter the correlation between plant height and yield, precipitation and occurrence of fungal diseases in plants, the age and body weight of cattle and similar. In statistics, the word “correlation” describes the relationship between variables, which can be calculated on the basis of mathematical formula. The calculated value is called the correlation coefficient. In general, when the correlation coefficient is mentioned generally refers to the Pearson correlation coefficient (product-moment correlation coefficient) (r) or in some cases (which typically is highlighted) to Spearman's correlation coefficient (the coefficient of rank correlation) (r_s). The data on the basis of which the Pearson correlation coefficient is calculated should meet the parametric assumptions. The correlation coefficient describes the strength and direction of the relationship between the dependent variable y and the independent variable x . The strength of the relationship is expressed on the Roemer - Orphal scale with values from zero to one, while the sign of the coefficient speaks about the direction of the relationship. Values closer to one indicate a stronger relationship, while values closer to zero indicate a weaker relationship. The correlation coefficient of the positive sign indicates the relationship of the positive direction (by increasing the independent variable x , the value of the dependent variable y increases), while the negative sign of the correlation coefficient indicates the relationship of the negative direction (increasing the independent variable x decreases the value of the dependent variable y) between the examined variables. Correlation analysis is frequently used in data analysis, but the results of the analysis are commonly misinterpreted. Correlation denotes the relationship between variables but does not imply causation, and this results in one of the most common and largest errors in the interpretation of the correlation coefficient. Namely, correlation and causation are often equated, which is wrong. Furthermore, the Pearson correlation coefficient is often used to examine the correlation of variables, without prior confirmation of the linear relationship between the examined variables. In addition, based on a correlation coefficient that equals to zero, it is often concluded that the examined variables are mutually independent, which may not be accurate. For example, the correlation coefficient $r = 0$, indicates that there is no linear relationship between the examined variables, which does not mean that the tested variables are mutually independent, but only that they are not in a linear relationship. There are frequent errors in the calculation and interpretation of the correlation coefficient in published papers, so the aim of this lecture is to point out the most common errors and ways to avoid them.

Key words: correlation coefficient, coefficient of determination, scatter plot diagram, linear relationship

UVOD U PRETRAŽIVANJE ZNANSTVENIH BAZA PODATAKA

Iva Škoflek, mag. informatol.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Prezentacija naslova „Uvod u pretraživanje znanstvenih baza podataka“ sadrži informacije potrebne doktorandima koji namjeravaju napredovati u znanstvenim zvanjima i kao takva donosi prikaz osnovnih pojmova vezanih uz oblike, kategorizaciju i bodovanje znanstvenih radova te prikaz znanstvenih baza podataka relevantnih za područje biotehničkih znanosti. Autor se najprije osvrće na Pravilnik o uvjetima za izbor u znanstvena zvanja koji definira koji znanstveni radovi se boduju, kako su kategorizirani po skupinama te kako se isti obzirom na kategoriju boduju. Nadalje, autor pojašnjava kategorizaciju radova prema Hrvatskoj znanstvenoj bibliografiji (CROSBI) koja na jednom mjestu okuplja cjelovitu i sveobuhvatnu znanstvenu publicistiku u Hrvatskoj, a u koju je svaki znanstvenik dužan redovito unositi svoje radove. Tu su definirane knjige (monografije), radovi ili poglavlja u knjigama, udžbenici i skripte, priručnici, radovi u časopisima (znanstveni, stručni i pregledni) te što obuhvaćaju sudjelovanja na skupovima kako bi mladim znanstvenicima bila jasnija distinkcija među istima. Na kraju autor definira baze podataka, navodi vrste i prikazuje tri temeljne baze podataka relevantne za područje biotehničkih znanosti - Web of Science Core Collection, Scopus i CAB Abstracts, pretraživanje kojih autor prikazuje kroz jednostavne primjere. Cilj prezentacije jest dati uvid u osnovne pojmove vezane uz znanstveno napredovanje i baze podataka kako bi se isto olakšalo mladim znanstvenicima.

INTRODUCTION IN RESEARCH OF SCIENTIFIC DATABASES

Iva Škoflek

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

The presentation titled "Introduction in research of scientific databases" contains information needed by doctoral students who intend to advance in scientific professions and as such provides an overview of basic concepts related to forms, categorization and scoring of scientific papers as well as introduction to scientific databases relevant for biotechnical sciences. The author first refers to the Ordinance on the conditions for election to scientific titles, which defines which scientific papers are scored, how they are categorized by groups and how they are scored according to the category. Furthermore, the author clarifies the categorization of papers according to the Croatian Scientific Bibliography (CROSBI), which brings together complete and comprehensive scientific publicism in Croatia, and in which every scientist is obliged to regularly submit their papers. There are books (monographs), papers or chapters in books, textbooks and scripts, manuals, papers in journals (scientific, professional and review) defined as well as participation in scientific conferences to make a clearer distinction between them for young scientists to understand. Finally, the author defines databases, lists the types and presents three basic databases relevant to the field of biotechnical sciences - Web of Science Core Collection, Scopus and CAB Abstracts, the search of which the author presents through simple examples. The aim of the presentation is to provide insight into the basic concepts related to scientific progress and databases in order to facilitate the same for young scientists.

KVALITETA RADA PNEUMATSKIH SIJAČICA S PODTLAKOM PRI RAZLIČITIM SUSTAVIMA SJETVE KUKURUZA

dr. sc. Anamarija Banaj

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Istraživanje utjecaja čimbenika sjetve kukuruza, kao što su sklop biljaka, odabir hibrida, brzina gibanja sijačice u sjetvi, sjetva u udvojene redove (twin row) i sjetva na standardni način, obavljeno je kroz eksploataciju dvije podtlačne sijačice (MaterMacc Twin Row-2 i PSK4) na dvije lokacije tijekom dvije vegetacijske godine. U istraživanju su korištena tri hibrida: P0023, P0412 i Kamparis. Sjetva je obavljena u tri sjetvena teorijska sklopa pri različitim brzinama sjetve (4, 8 i 12 km h⁻¹). Istraživanje je obavljeno prema ISO normi 7256-1 i 7256-2. Podešavanje optimalnih vrijednosti tehničkih čimbenika sjetve obavljeno je simulacijom sjetve na ispitnom stolu. Kod sijačice PSK4 utvrđena je maksimalna razina podtlaka, kod ploče n=22 s \varnothing 5,5 mm, od 45,58 mbar pri 540 min⁻¹ PVT-a. Najpovoljnija sjetvena ploča za sva tri sjetvena razreda je n=22 s \varnothing 5,5 mm s položajem skidača viška sjemena na oznaci 20. Kod sijačice MaterMacc Twin Row-2 kod sjetvene pločom n=12 s \varnothing 5,5 mm utvrđen je podtlak od 47,13 mbar pri 540 min⁻¹ PVT-a. Sijačice su pri simulaciji ostvarile visoke QFI indekse te se temeljem toga mogu svrstati u grupu vrlo dobrih sijačica. U 2016. godini na pokušalištu Jakšić uočava se nedostatak vlage tijekom kolovoza, a na pokušalištu Klisa u travnju, svibnju, kolovozu, rujnu i listopadu. U 2017. godini na pokušalištu Jakšić zamijećen je nedostatak vlage u lipnju, srpnju i kolovozu, a na pokušalištu Klisa u lipnju i kolovozu. Na pokušalištu Jakšić u 2016. godini u standardnoj sjetvi utvrđen je prosječni sklop od 64 787 biljaka ha⁻¹ s prinosom zrna od 14 140 kg ha⁻¹, a pri sjetvi u udvojene redove ostvaren je sklop od 66 753 biljaka po ha⁻¹ s prinosom od 14 461 kg ha⁻¹. U 2017. godini ostvareni sklopovi biljaka ha⁻¹ bili su slični s prinosom zrna u standardnoj sjetvi od 11 537 kg ha⁻¹, te 12 170 kg ha⁻¹ pri sjetvi u udvojene redove. U obje godine istraživanja na pokušalištu Jakšić u sjetvi u udvojene redove ostvaren je, u usporedbi sa standardnom sjetvom, veći prinos od + 2,21 % (2016. god.) te + 5,20 % (2017. god.). U 2016. godini na pokušalištu Klisa kod standardne sjetve utvrđen je sklop od 65 290 biljaka ha⁻¹ s prinosom od 14 380 kg ha⁻¹. U 2017. godini ostvaren je sklop od 66 641 biljaka ha⁻¹ s prinosom od 11 443 kg ha⁻¹. U 2017. godini sjetvom u udvojene redove ostvaren je sklop od 68 928 biljaka ha⁻¹ s prinosom od 12 132 kg ha⁻¹ ili + 5,67 % više. Sa sjetvom u udvojene redove ostvareni su i veći sklopovi i veći prinosi u obje godine istraživanja.

Ključne riječi: kukuruz, sjetva, twin row, podtlačna sijačica, prinos, sklop

WORK QUALITY OF PNEUMATIC SOWING MACHINES AT DIFFERENT SYSTEMS OF MAIZE SOWING

Anamarija Banaj

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

The study of the influence of maize sowing factors, such as set of plants, selection of hybrids, speed in sowing, sowing in twin rows and standard sowing, was performed through the operation of two sowing machines (MaterMacc Twin Row-2 and PSK4) at two locations in two vegetation years. In the study was used three hybrids: P0023, P0412 and Kamparis. Sowing was performed in three sowing theoretical classes at different sowing speeds (4, 8 and 12 km h⁻¹). The research was performed according to ISO standards 7256-1 and 7256-2. The adjustment of the optimal values of technical sowing factors was performed by simulation on the test table. For the PSK4 sowing machine, the maximum vacuum level was determined for the plate n=22 with \varnothing 5.5 mm of 45.58 mbar at 540 min⁻¹ PTO. The most suitable sowing plate for all three sowing theoretical classes is n=22, \varnothing 5.5 mm with the seed remover at mark 20. For the MaterMacc Twin Row-2 sowing machine, for a sowing disc n=12 with \varnothing 5.5 mm, was suitable a vacuum of 47.13 mbar at 540 min⁻¹ PTO. Sowing machines achieved high values of QFI indexes in the simulation and on this basis they can be classified in the group of very good sowing machines. In 2016., at Jakšić experimental field lacked moisture during August, and at experimental field Klisa in April, May, August, September and October. In 2017., the lack of moisture was noticed at Jakšić in June, July and August, and at the Klisa in June and August. At the Jakšić in 2016., an average set of 64 787 plants ha⁻¹ with a grain yield of 14 140 kg ha⁻¹ was determined in standard sowing, and in twin row sowing, with a set of 66 753 plants ha⁻¹ s was achieved yield of 14 461 kg ha⁻¹. In 2017., the sets of plants ha⁻¹ were similar and the grain yield achieved in standard sowing was 11 537 kg ha⁻¹, and 12 170 kg ha⁻¹ in twin row sowing. In both years of research at the Jakšić, in twin row sowing, a higher yield of + 2.21 % (2016.) and + 5.20 % (2017.) was achieved, compared to standard sowing. In 2016., a set of 65 290 plants ha⁻¹ with a yield of 14 380 kg ha⁻¹ was determined at the Klisa in standard sowing. In 2017., a set of 66 641 plants ha⁻¹ was achieved a yield of 11 443 kg ha⁻¹. In 2017., sowing in twin rows resulted in a set of 68 928 plants ha⁻¹ with a yield of 12 132 kg ha⁻¹ or + 5.67 % more. Sowing in twin rows was achieved higher yields in both years of research.

Key words: maize, sowing, twin row, vacuum sowing machine, yield, set of plants

ODNOS NEKIH EKSPLOATACIJSKIH ČINITELJA NA POJAVU BUKE I VIBRACIJA KAO ERGONOMSKIH POKAZATELJA

dr. sc. Željko Barač

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Ergonomija je mlada znanstvena disciplina čije je istraživanje usmjereno na interakciju čovjeka i tehničkih sustava (odnos čovjek-radno mjesto-uvjeti rada). Negativan utjecaj buke i vibracija na rukovatelja očituje se u smanjenju koncentracije rukovatelja, povećanoj razdražljivosti, a javljaju se poremećaji pri disanju, učestalije su pogreške tijekom rada, brže se javlja umor što ujedno utječe na učinak ili proizvodnost agregata. Cilj istraživanja je utvrditi zavisnost istraživanih veličina (unutarnja buka u kabini traktora, vibracije trupa rukovatelja i vibracije sustava ruka-šaka rukovatelja) i eksploatacijskih parametara (podloga, brzina gibanja i tlak zraka u pneumaticima poljoprivrednog traktora) te izraditi teorijski model optimalizacije brzine gibanja i tlaka zraka u pneumaticima za pojedine istraživane podloge. Istraživanje je obavljeno na traktoru marke LANDINI tipa POWERFARM 100 na proizvodnim poljoprivrednim površinama i pristupnim putovima Poljoprivredne i veterinarske škole Osijek. Eksploatacijski činitelji koji su promatrani u istraživanju su šest agrotehničkih podloga (dvije trake glatka i gruba, asfaltna podloga, makadam, travnata podloga i poljski put), šest brzina kretanja poljoprivrednog traktora (1, 2, 3, 4, 5 i 6 kmh⁻¹) i tri tlaka zraka u pneumaticima (niži - 1,9 bar; propisani - 2,4 bar i viši - 2,9 bar). Mjerenje je obavljeno sukladno normi HRN ISO 5008 koja opisuje izradu testnih traka. Mjerenje buke obavljeno je uređajem Metrel Multinorm s filterom „A“, isti je postavljen u skladu s normom HRN ISO 6396 (2000.). Norma HRN ISO 5131 (2000.) nalaže kako se zvukomjer nalazi 250 mm ± 20 mm od sredine glave rukovatelja i visine 700 mm ± 20 mm iznad referentne točke sjedala. Mjerenja vibracija trupa obavljena su u skladu s propisanim normama HRN ISO 2631-1 (1999.) i HRN ISO 2631-4 (2010.) na sjedalu traktora. Mjerenja vibracija sustava ruka-šaka provedena su u skladu s propisanim normama HRN ISO 5349-1 (2008.) i HRN ISO 5349-2 (2008.) na upravljaču traktora. Eksperiment je postavljen kao trofaktorijalni u kojemu su glavni čimbenici A - podloge (6), B - brzine gibanja (6) i C - tlak u pneumaticima (3). Statistička obrada i interpretacija rezultata uz deskriptivnu statistiku obuhvaćala je i trofaktorijalnu analizu varijance (ANNOVA – AxBxC) u šest repeticija. Nadalje, obavljen je test multiple korelacije i regresijske analize važnijih odnosa između čimbenika kao nezavisnih varijabli te vibracija i buke kao zavisnih. Zbog velike varijabilnosti dobivenih rezultata korištenjem prethodnih statističkih metoda, bilo je nužno provesti određenu vrstu grupiranja zavisnih varijabli. Obzirom kako je zavisna varijabla agrotehnička podloga neparametrijska (ordinalna) za potrebe grupiranja iste odabrana je i provedena hijerarhijska analiza analitičkim hijerarhijskim procesom (AHP – Analytical Hierarchy Process). Rezultat hijerarhijske analize je dendrogram koji je ustvari sažeto vizualizirana matrica različitosti. Istraživanjem je utvrđeno kako niti jedan izmjereni podatak ne prelazi donju (80 dB) i gornju (85 dB) upozoravajuću vrijednost kao niti graničnu vrijednost izloženosti (87 dB) te se s time potvrđuje kako rukovatelj ovog traktora nije zdravstveno ugrožen, a što se tiče

vibracija koje utječu na sustav ruka-šaka utvrđeno je kako niti jedan izmjereni podatak ne prelazi upozoravajuću ($2,5 \text{ ms}^{-2}$) i graničnu (5 ms^{-2}) vrijednost dnevne izloženosti. Nadalje, izmjerenim podacima vibracija koje utječu na trup rukovatelja u smjeru osi x pri većim brzinama i tlakovima C2 i C3 te u smjeru osi y pri većim brzinama i tlakovima C1 i C2 i u smjeru osi z pri najvišoj brzini i tlakovima C1 i C2 utvrđeno je kako prelaze upozoravajuću vrijednost dnevne izloženosti od $0,5 \text{ ms}^{-2}$ te je preporuka kako je rukovateljevo zdravlje ugroženo da se pregleda zračno ogibljenje sjedala kako bi se mogle spriječiti na vrijeme započete komplikacije. Unatoč tome izmjereni podaci ne prelaze graničnu vrijednost dnevne izloženosti od $1,15 \text{ ms}^{-2}$.

Ključne riječi: buka, ergonomija, poljoprivredni traktor, sigurnost, vibracije, zdravlje.

THE RELATIONSHIP BETWEEN SOME EXPLOITATIVE FACTORS ON THE APPEARANCE OF NOISE AND VIBRATION AS ERGONOMIC INDICATORS

Željko Barač

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Ergonomics is a young scientific discipline whose research is focused on the interaction of man and technical systems (human-workplace-working conditions). The negative impact of noise and vibration on the operator is manifested in a decrease in operator concentration, increased irritability, and respiratory disorders, more frequent errors during work, fatigue occurs more quickly, which also affects the performance or productivity of the unit. The aim of the research is to determine the dependence of the investigated quantities (internal noise in the tractor cab, vibrations of the operator's whole body and vibrations of the operator's hand-arm) and operating parameters (surface, speed of movement and air pressure in agricultural tractor tires) and develop a theoretical model of air pressure in tires for individual investigated surfaces. The measurement was done on LANDINI POWERFARM 100 tractor at the production agricultural areas and access roads of the Agricultural and Veterinary School Osijek. The exploitation factors observed in the study are six agrotechnical surfaces (two smooth and rough strips, asphalt substrate, macadam, grass surface and dirt road), six speeds of agricultural tractor movement (1, 2, 3, 4, 5 and 6 kmh⁻¹) and three air pressures in the pneumatics (lower - 1.9 bar; standard - 2.4 bar and higher - 2.9 bar). The measurement was carried out in accordance with the HRN ISO 5008 standard which determines test strips. Noise measurement was performed with the Metrel Multinorm device with filter "A", the same being in accordance with HRN ISO 6396 (2000). The height of the operator when seated should be 800 mm to 960 mm, measured from the seating surface to the top of the head. HRN ISO 5131 (2000) instructs that the sound detector is 250 mm ± 20 mm from the center of the operator head, 700 mm ± 20 mm above the seat reference point. Whole body vibration measurement was performed in accordance with the standards HRN ISO 2631-1 (1999) and HRN ISO 2631-4 (2010). The hand-arm vibration measurement was carried out in accordance with the HRN ISO 5349-1 (2008) and HRN ISO 5349-2 (2008) standards. The experiment was set up as a threefactorial in which the main factors of the A - surfaces (6), B - speed (6) and C - pressure in the pneumatics (3). Statistical analysis and interpretation of the results with descriptive statistics included three - factor analysis of variance (ANNOVA - AxBxC) in six repetitions. Furthermore, a test of multiple correlations and regression analysis of major relationships between factors as independent variables, with vibration and noise as dependent are performed. Due to the high variability of the obtained results using previous statistical methods, it was necessary to carry out a particular type of dependent variables. Given that the dependent variables of the agrotechnical substrate are nonparametric (ordinal) for the grouping of the same, hierarchical analysis of the Analytical Hierarchy Process (AHP) has been selected and carried out. The result of hierarchical analysis is a dendrogram which is actually a summarized visualized diversity matrix. The survey found that no measured data exceeds the lower (80 dB) and the upper (85 dB)

warning values as well as the limit value of exposure (87 dB), and thus confirms that the operator of this tractor is not endangered by the vibration which affects the hand-arm system, it is established that none of the measured data exceeds the warning (2.5 ms^{-2}) and the limit (5 ms^{-2}) value of daily exposure. Furthermore, the measured vibration data affecting the operator's whole body in the direction of the x-axis at higher speeds and at C2 and C3 pressures, in the direction of y-axis at higher speeds and at C1 and C2 pressures, and in the direction of the z axis at maximum speed and at C1 and C2 pressures exceed the value of daily exposure of 0.5 ms^{-2} and it is recommended to inspect the pneumatic suspension of the seat so the complications can be prevented, since the operator's health is threatened. However, the measured data do not exceed the daily exposure limit value of 1.15 ms^{-2} .

Keywords: agricultural tractor, ergonomics, health, noise, safety, vibrations.

ASOCIJATIVNA ANALIZA FENOTIPSKIH SVOJSTAVA HEKSAPLOIDNE PŠENICE I MOLEKULARNIH MARKERA

dr. sc. Sunčica Guberac

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Uvod s ciljem istraživanja: Zbog ubrzanog rasta svjetske populacije i negativnih ekoloških promjena, oplemenjivači su prisiljeni brže i efikasnije stvarati nove kultivare, prilagođene specifičnim ili limitirajućim uvjetima proizvodnje, pa se klasično oplemenjivanje sve više kombinira s biotehnološkim metodama (Collard i Mackill, 2008.). Za oplemenjivanje su posebno značajni tzv. funkcionalni markeri, razvijeni iz polimorfnih regija unutar gena (Bagge i sur., 2007.), kao i DArT (Diversity Arrays Technology) markeri koji predstavljaju alternativni oblik DNA mikročipova (Marone i sur., 2012.). Razvoj velikog broja molekularnih markera i smanjenje njihove cijene dovelo je do široke primjene asocijativnog mapiranja, koje za cilj ima utvrditi značajnost utjecaja određenog lokusa/regije na ekspresiju određenog svojstva (Weir, 1996., Wang i sur., 2014.). Cilj ovoga istraživanja bio je ispitati genetsku varijabilnost genotipova pšenice na temelju rezultata fenotipske i molekularne evaluacije (funkcionalni i DArT markeri) te provesti asocijativnu analizu. Materijal i metode: Istraživanje je provedeno na 120 kultivara heksaploidne pšenice podrijetlom iz 25 država. Poljski pokus postavljen je kroz četiri vegetacijske godine, na lokaciji u okolici Osijeka, gdje je izmjereno i ocjenjeno 10 morfoloških i agronomskih svojstava pšenice (osjatost, gustoća klasa, broj dana do klasanja, visina biljke, duljina klasa, broj klasića po klasu, broj zrna po klasu, masa 1000 zrna, masa klasa i prinos). Za provedbu PCR analize korišteno je šest grupa funkcionalnih markera (za identifikaciju Rht, Ppd i Vrn alela, identifikaciju gena povezanih s otpornošću na abiotski stres i masom 1000 zrna te za identifikaciju prisustva 1RS translokacije pšenica-raž). U laboratoriju Diversity Arrays Technology Sveučilišta u Canberru (Australija) provedena je analiza uzoraka DArTseq metodom. Rezultati: Najmanji koeficijent varijabilnosti zabilježen je za svojstvo broja dana do klasanja (5,95 %), a najveći za svojstvo prinosa (25,67 %). Analizom varijance utvrđen je statistički značajan utjecaj ($p < 0,001$) godine pokusa na sva ispitivana agronomska svojstva pšenice. Na temelju korelacijske, regresijske i path analize zaključeno je da su masa klasa, broj zrna po klasu i masa 1000 zrna svojstva koja imaju najveći utjecaj na prinos. DArTseq analizom dobivena su ukupno 32 342 markera čiji je broj nakon selekcije sveden na 934. PIC vrijednosti markera kretale su se od 0,09 do 0,375, s prosjekom od 0,237. He vrijednosti kretale su se od 0,095 do 0,5, s prosjekom od 0,289. Analizom molekularne varijance utvrđeno je da je najveći dio varijabilnosti uzrokovan razlikama između jedinki (90,79 %). Analizom strukture populacije utvrđeno je postojanje tri genska skupa ($K = 3$). Na temelju općeg linearnog modela utvrđeno je postojanje 127 visoko značajnih veza ($p < 0,01$), a na temelju mješovitog linearnog modela postojanje 71 visoko značajne veze ($p < 0,01$). Trideset osam veza bilo je visoko značajno kod oba modela, od toga najviše za masu klasa (9), potom broj zrna po klasu (7), broj dana do klasanja (6), masu 1000 zrna (4), prinos (4), visinu biljke (3), broj klasića po klasu (3) te duljinu klasa (2). Zaključak: Na temelju fenotipske evaluacije utvrđeno je postojanje velike varijabilno-

sti unutar odabranog biljnog materijala. Na temelju molekularnih podataka dobivenih funkcionalnim markerima utvrđeno je postojanje genetske varijabilnosti s obzirom na većinu ispitivanih lokusa pšenice dok je na temelju molekularnih podataka dobivenih DArTseq markerima utvrđeno postojanje srednje razine genetske varijabilnosti. Analizom molekularne varijance utvrđeno je da je najveći dio varijabilnosti uzrokovan razlikama između jedinki. Analizom strukture populacije utvrđeno je postojanje tri genska skupa, gdje su kultivari uglavnom bili grupirani prema geografskom podrijetlu i pedigreu. Primjenom GLM i MLM modela utvrđeno je postojanje 38 visoko značajnih marker-svojstvo veza, a koje su potencijalno zanimljive za daljnje istraživanje.

Ključne riječi: pšenica, molekularni markeri, asocijativna analiza

ASSOCIATION ANALYSIS OF PHENOTYPIC TRAITS AND MOLECULAR MARKERS IN HEXAPLOID WHEAT

Sunčica Guberac

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Introduction and aims: Due to the rapid growth of the world population and negative ecological changes, breeders are forced to create new cultivars, adapted to specific or limiting production conditions, faster and more efficiently. For that reason conventional breeding is frequently being combined with biotechnological methods (Collard and Mackill, 2008). Markers of special importance for plant breeding are functional markers, developed from polymorphic regions within genes (Bagge et al., 2007), as well as DArT (Diversity Arrays Technology) markers representing an alternative form of DNA microchips (Marone et al., 2012). The development of a large number of molecular markers and the reduction of their cost has led to the widespread use of associative mapping, which aims to determine the significance of the influence of a particular locus/region on the expression of a particular trait (Weir, 1996; Wang et al., 2014). The aim of this study was to examine the genetic variability of wheat genotypes based on the results of phenotypic and molecular evaluation (functional and DArT markers) and to carry out an association analysis.

Material and methods: The study was conducted on 120 hexaploid wheat cultivars originating from 25 countries. The field experiment was set up over four vegetation years, at locations around Osijek, where 10 morphological and agronomic traits of wheat were measured and evaluated (presence of awns, spike density, days to heading, plant height, spike length, number of spikelets per spike, number of grains per spike, 1000 kernel weight, spike weight and yield). Six groups of functional markers were used to perform PCR analysis (identification of Rht, Ppd and Vrn alleles, identification of genes associated with abiotic stress tolerance and 1000 kernel weight, identification of 1RS wheat-rye translocation). DArTseq analysis was performed in the Diversity Arrays Technology laboratory (University of Canberra, Australia).

Results: The lowest coefficient of variability was observed for the number of days to heading (5.95 %) and the highest for the yield (25.67 %). Analysis of variance revealed a statistically significant influence ($p < 0.001$) of the experiment year on all tested agronomic traits of wheat. Based on the correlation, regression and path analysis it was concluded that the spike weight, number of grains per spike and 1000 kernel weight are traits having the greatest influence on the yield. A total of 32 342 markers were obtained by DArTseq analysis whose number was reduced to 934 after selection. The PIC values of markers ranged from 0.09 to 0.375, with an average of 0.237. He values ranged from 0.095 to 0.5, with an average of 0.289. Molecular variance analysis revealed that most of the variability was caused by differences between individuals (90.79 %). Analysis of the population structure revealed the existence of three gene pools ($K = 3$). Using general linear model, 127 highly significant associations ($p < 0.01$) were found, and using mixed linear model, 71 highly significant associations ($p < 0.01$) were found. Thirty-eight associations were highly significant in both models, most of them for the spike weight (9), then for the grains per spike (7), days to heading (6), 1000 kernel weight (4), grain yield (4), plant height (3), number of spikelets per spike (3) and spike length (2).

Conclusion: Based on the phenotypic evaluation, the existence of high variability was observed within the selected plant material. Molecular data obtained by functional markers revealed the existence of genetic variability at most of the examined wheat loci. Based on the molecular data obtained by DArTseq markers, the existence of a medium level of genetic variability was observed. Molecular variance analysis revealed that most of the variability was caused by differences between individuals. Analysis of the population structure revealed the existence of three gene pools, where cultivars were mainly grouped according to geographical origin and pedigree. Thirty-eight associations were highly significant, using both GLM and MLM model, which are potentially interesting for further investigation.

Key words: wheat, molecular marker, association analyses

MODEL PARCIJALNE RAVNOTEŽE STOČARSKJE PROIZVODNJE U REPUBLICI HRVATSKOJ

dr. sc. David Kranjac

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Ekonomski modeli predstavljaju suvremene, sofisticirane znanstveno-istraživačke alate putem kojih se provode makroekonomske analize pojedinih gospodarskih grana i tržišta na globalnoj razini, te na razini države ili regije. Ekonomskim modelima mogu se izmjeriti utjecaji prethodnih gospodarsko-političkih promjena, ali i procijeniti utjecaji budućih očekivanih promjena gospodarskog ili političkog okruženja na promatranisektor ili pojedino tržište. Cilj istraživanja je nastavak započelih post-analiza utjecaja pristupa Hrvatske EU na njezin poljoprivredni sektor i ključna tržišta poljoprivrednih proizvoda. Modeliranje u kontekstu ovog rada je istraživački pristup pomoću kojega se analizira procjena utjecaja integracijskih procesa i procjene utjecaja očekivanih budućih promjena u sklopu ZPP-a na ključna tržišta agrarnog sektora Republike Hrvatske. Prethodno izrađeni model parcijalne ravnoteže ratarske proizvodnje Republike Hrvatske je prilagođen i vezivan s modelom parcijalne ravnoteže stočarske proizvodnje koji sada čine nacionalni model parcijalne ravnoteže koji je inkorporiran u EU 28 model. S obzirom na navedeno, postavljeni ciljevi istraživanja ostvareni su putem sljedećih radova: a) Prilagoditi i primijeniti model parcijalne ravnoteže prema AGMEMOD načelima na nacionalnoj razini, te izraditi pregled ključnih tržišta poljoprivredne proizvodnje RH s naglaskom na ključna tržišta stočarstva putem modela parcijalne ravnoteže do 2030. godine. Rezultati modela će projicirati glavne agrarno-političke pokazatelje poput: proizvodnje, uvoza, izvoza i dr. (Kranjac i sur., 2020.a; Kranjac i sur., 2019.a; Kranjac i sur., 2019.b; Kranjac i sur., 2018.); b) Analizirati i odrediti sličnosti pregleda (eng. outlook) tržišta ključnih poljoprivrednih tržišta Republike Hrvatske sa EU projekcijama do 2030. godine (Kranjac i sur., 2020.a); c) Procijeniti utjecaj očekivanih budućih promjena ZPP-a nakon 2020. godine putem scenarijskih analiza (Kranjac i sur., 2020.b). AGMEMOD (Agriculture Member State Modelling) ekonometrijski, dinamički, višeproizvodni model parcijalne ravnoteže i odgovarajuća AGMEMOD metodologija primijenjena je u izradi modela parcijalne ravnoteže stočarske proizvodnje Republike Hrvatske. Stočarski model kombiniran je u hrvatski nacionalni model parcijalne ravnoteže poljoprivredne proizvodnje, te je pomoću istoga analizirana procjena utjecaja integracijskih procesa i procjene utjecaja očekivanih budućih promjena u sklopu Zajedničke poljoprivredne politike (ZPP) na ključna tržišta agrarnoga sektora Republike Hrvatske. Utjecaji pristupanja Republike Hrvatske u Europsku uniju (EU) na glavna tržišta poljoprivrednih proizvoda istraženi su analizom pregleda (eng. outlook) tržišta ključnih ratarskih i stočarskih proizvoda do 2030. godine. Projicirani trendovi uspoređeni su sa projiciranim EU trendovima novih (EU 13) i starih (EU 15) država članica. Analize utjecaja očekivanih budućih promjena u sklopu nove reforme ZPP-a istraženi su putem tri stilizirana scenarija čiji izgled nalikuje scenarijima koje je predstavila Europska komisija za procjenu učinaka promjena politike na EU razini. Rezultati pregleda tržišta ključnih poljoprivrednih proizvoda u Republici Hrvatskoj do 2030. godine ukazuju kako je uvođenje instrumenata ZPP-a imalo značajan utjecaj na promjenu proizvodne strukture u korist biljne proizvodnje, te su buduća kretanja ključnih tržišta poljoprivrednih proizvoda u Re-

publici Hrvatskoj slična projiciranim trendovima novih država članica (EU 13). Scenarijske analize otkrivaju kako bi svako daljnje smanjenje izravnih potpora bez promjena tehnologije i ulaganja na poljoprivrednim gospodarstvima moglo uzrokovati ozbiljan pad poljoprivredne proizvodnje u Hrvatskoj, poglavito u sektoru stočarstva i to u govedarskom i mljekarskom sektoru. Međutim, utjecaji promjena nove reforme ZPP-a neće biti toliko drastični da bi došlo do potpunog sloma proizvodnje na bilo kojem od ključnih poljoprivrednih tržišta Hrvatske do 2030. godine.

PARTIAL EQUILIBRIUM MODEL OF LIVESTOCK PRODUCTION IN THE REPUBLIC OF CROATIA

David Kranjac

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Economic models present modern, sophisticated scientific research tools through which macroeconomic analyzes of individual sectors and markets are conducted at the global, country or regional level. Models can measure the effects of previous economic and political changes, but also assess the effects of future expected changes in the economic or political environment on the observed sector or individual market. The aim of the research is to continue the started post-analyzes of the impact of Croatia's accession to the EU on its agricultural sector and key agricultural products markets. Modeling in the context of this dissertation is a research approach that analyzes the impact of integration processes and the assessment of the impacts of expected future changes within the CAP on key agricultural markets in the Republic of Croatia. Previously developed partial equilibrium model of crop production in the Republic of Croatia has been adapted and linked to the partial equilibrium model of livestock production, which now forms the national partial equilibrium model of agricultural production that has been incorporated into the EU 28 model. Given the above, the goals of the research were achieved through the following research papers: a) Adjust and apply the partial equilibrium model according to AGMEMOD principles at the national level, and develop the outlook of key agricultural markets in the Republic of Croatia with an emphasis on key livestock markets through the partial equilibrium model until 2030. The model results will project the main agrarian-policy indicators such as: production, imports, exports, etc. (Kranjac et al., 2020a; Kranjac et al., 2019a; Kranjac et al., 2019b; Kranjac et al., 2018); b) Analyze and determine the similarities between outlooks of the key agricultural markets in the Croatia with the EU projections until 2030 (Kranjac et al., 2020a); c) Assess the impact of expected future changes within CAP after 2020 through scenario analyzes (Kranjac et al., 2020.b). AGMEMOD (Agriculture Member State Modeling) an econometric, dynamic, multi-product partial equilibrium model and the appropriate AGMEMOD methodology was applied in the development of the partial equilibrium model of livestock production in the Republic of Croatia. The livestock model was combined into the Croatian national partial equilibrium model of agricultural production, and was used to analyze the impact of integration processes and the impacts of expected future changes under the Common Agricultural Policy (CAP) on the key agricultural markets in the Republic of Croatia. The impact of Croatia's accession to the European Union (EU) on the main agricultural markets has been investigated by analyzing the outlook of the key crop and livestock products market by 2030. The projected trends are compared to the projected EU trends of the new (EU 13) and old (EU 15) Member States. Impacts of the expected future changes under the new CAP reform have been analyzed through three stylized scenarios which are similar to those presented by the European Commission to assess the impact of policy changes at EU level. The results of the market outlooks for key agricultural products in Croatia by 2030 indicate that the introduction of CAP instruments

had a significant impact on changing the production structure in favor of crop production, and that the future Croatian key agricultural markets trends are similar to the projected trends of the new Member States (EU 13). Scenario analyzes reveal that any further reduction of direct payments without changes in technology and investments on farms could cause a serious decline in agricultural production in Croatia, especially in the livestock sectors mainly in the beef and dairy sector. However, scenario results indicate that the impact of the new CAP reform will not be so drastic that there would be a complete breakdown of production in any of Croatia's key agricultural markets by 2030.

UTJECAJ MIKROBIOLOŠKOG PRIPRAVKA I GNOJIDBE DUŠIKOM NA PRINOS I KVALITETU KORIJENA ŠEĆERNE REPE

dr. sc. Ivo Rešić

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Istraživanja su provedena u istočnoj Hrvatskoj na dva lokaliteta tijekom tri vegetacijske godine. U pokusu su uključena četiri hibrida šećerna repe, od kojih su dva tolerantna, a dva osjetljiva na patogenu gljivu *Rhizoctonia solani* Kühn. Pokusi su postavljeni po split – blok shemi u 4 ponavljanja na dva tipa tla, na svakom u 24 različite varijante. Elementi istraživanja bili su: A. Hibrid (A₁ - tolerantan na patogenu gljivu *R. solani* (Santino - Strube); A₂ - tolerantan na patogenu gljivu *R. solani* (Jadranka - KWS); A₃ - osjetljiv na patogenu gljivu *R. solani* (Fred - Strube); osjetljiv na patogenu gljivu *R. solani* (Terranova - KWS)); B. Primjena mikrobiološkog pripravka EM Aktiv (B₁ - kontrola; B₂ - tretman tla (40 l/ha); B₃ - tretman tla (30 l/ha) + folijarna primjena (10 l/ha)); C. Gnojidba dušikom (C₁ - na osnovu rezultata analize tla; C₂ - reducirana za 30%). Prisustvo patogene gljive *R. solani* potvrđeno je uzastopno 3 godine na oba tipa tla koja su se koristila u pokusu tzv. «brzom metodom» koja je prihvaćena u svijetu i uvrštena u standardne metode dokazivanja prisustva patogene gljive *R. solani* u biljkama (STRUBE - DIECKMANN; Alert LFTM) kao i izolacijom patogena korištenjem selektivnih podloga Potatoe dekstroze agar te Corn meal agar. Mikrobiološki pripravak EM Aktiv sadrži *P. fluorescens*, *B. megaterium* i *B. subtilis*. Ove benefitne bakterije svojim eksudatima mikrobicidno djeluju na patogene gljive u tlu - uzročnike truleži korijena šećerne repe. Nadalje, mikrobiološki pripravak sadrži i dušične bakterije *Azotobacter chroococcum* i *Azospirillum brasilense*. U varijantama gdje je primijenjen biopreparat, bilo samo apliciran u tlo ili apliciran u tlo i folijarno, u odnosu na kontrolnu varijantu, dobiven je niži prosječni postotak inficiranih i propalih biljaka, sadržaj kalija, natrija i alfa-amino dušika i šećera, kao i viši prinos korijena, sadržaj šećera, postotak iskorištenja šećera na repu i prinos čistog šećera. Tolerantni hibridi su u odnosu na osjetljive hibride ostvarili niži prosječni postotak inficiranih i propalih biljaka, sadržaj kalija, natrija i alfa-amino dušika i šećera, kao i viši prinos korijena, sadržaj šećera, postotak iskorištenja šećera na repu i prinos čistog šećera. Međutim, značajno veća je razlika između kontrolne varijante i varijanti u kojima je primijenjen biopreparat kod deklarirano osjetljivih hibrida u odnosu na deklarirano tolerantne hibride.

INFLUENCE OF MICROBIAL PREPARATION AND NITROGEN FERTILIZATION ON YIELD AND QUALITY OF SUGAR BEET ROOT

Ivo Rešić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

The investigations were conducted in Eastern Croatia on two sites during three vegetation years. Four sugar beet hybrids were included in the experiment, two tolerant and two sensitive to the pathogenic fungus *Rhizoctonia solani* Kühn. The experiments were set up according to a split-block scheme in 4 repetitions on two soil types, each in 24 different variants. Elements of the study were: A. Hybrid (A1 - tolerant to pathogenic fungi *R. solani* (Santino – Strube); A2 - tolerant to pathogenic fungi *R. solani* (Jadranka - KWS); A3 - sensitive to pathogenic fungi *R. solani* (Fred - Strubs); sensitive to pathogenic fungus *R. solani* (Terranova - KWS)); B. Application of microbiological preparation EM Aktiv (B1 - control; B2 - soil treatment (40 l / ha); B3 - soil treatment (30 l / ha) + foliar application (10 l / ha)) C. Nitrogen fertilization (C1 - based on soil analysis results; C2 - reduced by 30%). The presence of the pathogenic fungus *R. solani* was confirmed using the so-called „fast method“ repeatedly for all 3 years on both soil types used in the experiment. The “fast method” is accepted worldwide and is included in the standard methods of demonstrating the presence of the pathogenic fungus *R. solani* in plants (STRUBE - DIECKMANN; Alert LFTM). Also, *R. solani* was confirmed through the isolation of pathogens using selective media as Potato dextrose agar and Corn meal agar. The microbiological preparation EM Aktiv contains *P. fluorescens*, *B. megaterium* and *B. subtilis*. Because of their exudates, these beneficial bacteria have a microbicidal effect on pathogenic fungi in the soil - causative agents of sugar beet root rot. Furthermore, the microbiological composition contains nitrogenous bacteria *A. chroococcum* and *A. brasilense*. In variants where biopreparation was applied, either solely applied into the soil or applied into the soil and foliar, compared to the control variant, a lower average percentage of infected and failed plants, potassium, sodium and alpha-amino nitrogen and sugar content was obtained, as well as higher root yield, sugar content, percentage of sugar utilization in beet root and pure sugar yield. Tolerant hybrids achieved a lower average percentage of infected and failed plants, potassium, sodium and alpha-amino nitrogen and sugar content than sensitive hybrids, as well as higher root yield, sugar content, sugar beet yield and pure sugar yield. However, significantly higher is the difference between the control variants and variants with biopreparation observing sensitive hybrids than it is on the variants with tolerant hybrids.

UTJECAJ VRSTE I STRUKTURE KRMIVA NA RAZVOJ PROBAVNOG SUSTAVA, PROIZVODNE POKAZATELJE I METABOLIČKI PROFIL TELADI

dr. sc. Mario Ronta

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Cilj istraživanja bio je utvrditi utjecaj vrste i strukture krmiva na odabrane proizvodne pokazatelje, razvoj probavnog sustava te metabolički profil teladi. Istraživanje je provedeno na farmi „Orlovnjak“ na 30 teladi Holstein pasmine podijeljenih u 3 skupine prema tretmanu: a) kontrolna (K) skupina hranjena peletiranom smjesom, b) pokusna 1 (P1) skupina koja je uz peletiranu smjesu dobivala 10 % cijelog zrna kukuruza i c) pokusna 2 (P2) skupina koja je uz peletiranu smjesu dobivala 10 % sjeckanog sijena lucerne. Telad je napajana s 3,5 L zakiseljenog mlijeka dva puta dnevno, a smjesa i voda ponuđeni su ad libitum. Odbiće je izvršeno 68. dana starosti teladi. Praćeni su osnovni proizvodni pokazatelji (tjelesna masa, dnevni prirast, konverzija hrane, konzumacija krute hrane i tjelesne mjere), klaonički i pokazatelji kvalitete mesa, razvoj sluznice buraga, duodenuma i ileuma, biokemijski pokazatelji u serumu, hematološki pokazatelji, diferencijalna krvna slika, pH vrijednost buraga te probavljivost. Uzimanje tjelesnih mjera provedeno je 5., 31. i 62. dana nakon teljenja, dok je mjerenje tjelesne mase provedeno odmah nakon teljenja te 31. i 62. dana starosti. Nakon žrtvovanja za potrebe histoloških pretraga uzeti su uzorci buraga te uzorci crijeva. Uzorkovanje krvi provedeno je 31. i 66., a sakupljanje fecesa 66. dana starosti teladi. Odabir 5 životinja po skupini za klanje i otprema u klaonicu izvršeni su 68. dana starosti teladi. Utvrđen je pozitivan utjecaj dodavanja zrna kukuruza i sijena lucerne na koncentraciju ureje i triglicerida u serumu 66. dana starosti teladi, ali nije utvrđen kod hematoloških pokazatelja. Kod diferencijalne krvne slike također je utvrđen pozitivan utjecaj. Dodavanje zrna kukuruza i sijena lucerne pozitivno je utjecalo na morfometrijske vrijednosti dužine i širine papila buraga, debljinu keratinskog sloja, debljinu stijenke buraga, širinu i visinu crijevnih resica te dubinu i širinu kripti tankog crijeva. Dodavanje zrna kukuruza i sijena lucerne pozitivno je utjecalo na udio sirovih vlakana u buragovom sadržaju. Pozitivan utjecaj utvrđen je i na probavljivost suhe i organske tvari u fecesu. Na temelju rezultata može se zaključiti kako se dodatak zrna kukuruza i sjeckanog sijena lucerne u peletiranu smjesu može primijeniti uz povoljan učinak na razvoj sluznice probavnih organa i probavljivost krmiva.

Ključne riječi: cijelo zrno kukuruza, sijeno lucerne, razvoj buraga, metabolički profil, telad

INFLUENCE OF TYPE AND STRUCTURE OF FEED ON DIGESTIVE SYSTEM DEVELOPMENT, PRODUCTION INDICATORS AND METABOLIC PROFILE OF CALVES

Mario Ronta

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

The aim of the research was to determine the influence of the type and structure of the feed on the selected production traits, the development of the digestive system and the metabolic profile of the calves. The study was conducted on the farm "Orlovnjak" on 30 Holstein calves which were divided into three treatment groups: a) a control (K) group which was fed with a pelleted mixture, b) first experimental (P1) group which received a mixture of pellets with 10% whole grain corn and c) second experimental (P2) group which received a mixture of pellets with 10% chopped alfalfa hay. Calves were fed with 3,5 L of acidified milk twice a day and both, the mixture and water, were offered ad libitum. Weighing was performed at 68th day of calves' lifetime. Monitored indicators were (body weight, daily gain, feed conversion, consumption of solid food and body measurements), slaughter traits and indicators of the quality of meat, the development of the mucous membrane of the rumen, duodenum and ileum, biochemical and hematological parameters of blood and differential cell count, the pH of the rumen and digestibility. Body measurements were performed on day 5, 31 and 62 after calving, while body mass measurement was performed immediately after 31st and 62nd day of lifetime. After sacrifice for histological research purposes, rumen samples and intestinal samples were taken. Blood sampling was performed 31st and 66th, and the collection of faeces 66th day of calves' lifetime. The selection of 5 animals for sacrifice and shipment to the slaughterhouse was performed on the 68th day of calves' lifetime. There is a positive effect of treatment on the concentrations of urea and triglycerides in the blood 66th day of calves' lifetime, while the same was not observed in haematological parameters. In differential blood was found positive effect of treatment. Treatment positively influenced the morphometric values of the length and width of the rumen papillae, keratin layer thickness, the thickness of the wall of the rumen, the width and height of intestinal villi and crypt depth and width of the small intestine. The effect of the treatment was positive influenced on the proportion of raw fibers in the rumen content was found. Based on the results it can be concluded that the addition of corn grain and chopped alfalfa hay in the pelletized mixture can be applied with a favorable effect on the development of digestive mucus and digestibility.

Keywords: whole grain corn, alfalfa hay, rumen development, metabolic profile, calves

RAZVOJ ROGOVLJA JELENA OBIČNOG (*CERVUS ELAPHUS* L.) U KONTROLIRANOM UZGOJU

mr. Vlado Jumić, dipl. ing.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Jelen obični (*Cervus elaphus* L.) je prema Zakonu o lovstvu svrstan u krupnu divljač, koja je zaštićena lovostajem, a u u zoologijskoj sistematici je s obzirom na morfološko-fiziološka obilježja rasta i razvoja rogovlja svrstan u punorošce (porodica Cervidae). Rogovlje mu je i sekundarna oznaka spola jer ih nose samo mužjaci. U smislu lovstva, rogovlje odstrijeljenog jelena zajedno s lubanjom predstavlja trofej, stoga se u uzgojno-seleksijskom radu značajna pozornost usmjerava upravo na njihovu kvalitetu, a posljedično tomu veću financijsku vrijednost i bolju konkurentnost na tržištu. U gospodarenju lovištima koja uzgajaju jelensku divljač, njegovo rogovlje ima prioritetni značaj, a njegova trofejna vrijednost najbolji je pokazatelj kvalitete i uspješnosti gospodarenja. Stoga je i temeljni cilj gospodarenja jelenskom divljači uzgojiti kvalitetnu i stabilnu populaciju sa što većim brojem trofejno vrijednih mužjaka. To je jedino objektivno mjerilo uspješnosti uzgoja uz pogodnosti prirodnih uvjeta u kojima jelenska divljač obitava. Ciljevi istraživanja su utvrditi: morfometrijske parametare na rogovlju koji će u ranoj fazi života ukazati na razvoj rogovlja i očekivanu trofejnu (tržišnu) vrijednost jelena; morfometrijske razlike rogovlja jelena iz kontroliranog uzgoja i jelena iz otvorenih lovišta; međusobnu ovisnost pojedinih morfometrijskih obilježja rogovlja; dob jelenske divljači na temelju morfoloških obilježja rogovlja te razliku u rastu i razvoju rogovlja u kontroliranom i prirodnom uzgoju. Hipoteze istraživanja su da postoje vidljivi parametri na rogovlju za rano prepoznavanje uzgojne vrijednosti grla; da postoji ovisnost pojedinih parametara koji su važni za procjenu očekivane trofejne (tržišne) vrijednosti jelen te da se u kontroliranom uzgoju rogovlje brže razvija i potrebno je kraće vrijeme do postizanja gospodarske starosti grla odnosno povećanja njegove tržišne vrijednosti. Istraživanje će se obaviti u znanstveno istraživačkom centru „Šeprešhat“ poduzeća “Hrvatske šume d.o.o.”, koje se nalazi na sjevero-istoku Baranje neposredno uz rijeku Dunav. Površina centra je oko 70 ha, podijeljena u 16 ograđenih polja odnosno pregonskih pašnjaka koji su međusobno povezani koridorima i spojeni prostorom za manipulaciju s divljači. Na ovom području obitava stotinjak grla jelenske divljači koja se uzgaja u kontroliranim uvjetima u omjeru spolova 1:1. Istraživanje će se bazirati na biometrijskim podacima 167 parova odbačenih grana rogovlja od 10 jelena iz kontroliranog uzgoja i 4 jelena iz slobodne prirode, što ukupno iznosi 4.016 parametara. Odbačeno rogovlje poznatih jelena skupljano je od 2004. do 2017. Na odbačenim granama rogovlja prema propozicijama CIC-a (Hromas, 2008.) mjerit će se 22 parametra. Dužinski parametri mjere se mjernom vrpcom i iskazuju se u centimetrima na milimetar točno, a kutovi se određuju kutomjerom s pomičnim krakovima i iskazuju u stupnjevima. Dobiveni podaci će se analizirati uobičajenim statističkim metodama programskim paketima Excel, Statistica 13.4.0.14. i to sljedećim redoslijedom: korelacijska analiza (parametarska ili neparametarska, što ovisi o distribuciji dobivenih podataka); regresijska analiza; analiza kovarijance; klastereska, diskriminantna ili PC analiza te višestruka regresija. Na temelju dobivenih rezultata istraživanja odnosno individualnog razvoja pojedinih parametara odbačenih grana rogovlja mužjaka jelenske divljači utvrdit

će se temeljni kriteriji uklanjanja neperspektivnih jedinki iz populacije i time stvoriti veći financijski učinak te bolju konkurentnost na tržištu. Isto tako, temeljem rezultata istraživanja može se predložiti skraćivanje gospodarske starosti, a time prilagoditi smjernice u gospodarenju jelenskom divljači na širem panonskom području Hrvatske.

Ključne riječi: jelen obični, rogovlje, trofej, kontrolirani uzgoj

THE GROWTH OF FEEDLOT RED DEER (*CERVUS ELAPHUS* L.) ANTLERS

Vlado Jumić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

According to the Hunting Act, the red deer (*Cervus elaphus* L.) is classified in Croatia as big game protected in closure periods and based on zoological systematics and its morphophysiological antler growth and development features, it belongs to the family Cervidae. The antlers represent its secondary sex characteristics since they can be found only on male animals. In terms of hunting, the antlers of a shot deer and its skull are deemed as a trophy, so with respect to breeding and selection, great attention is paid to their quality and thus financial value and competitiveness on the market. In the management of hunting grounds with cervine animals, red deer antlers are considered a priority and their trophy value is the best hunting ground management quality benchmark. Therefore, the primary red deer management goal is to obtain a high quality and stable population with a large number of males with desirable antlers. Along with favourable conditions of red deer habitats, that is the only reliable indicator of feedlot successfulness. This research is aimed at determining: morphometric antler parameters, by means of which the growth and trophy (market) value of red deer and their antlers can be anticipated; morphometric differences in the antlers between feedlot cervids and those from open hunting grounds; interdependence of particular morphometric antler characteristics; age of cervine animals based on morphometric antler features and differences in the growth and development of antlers between feedlot red deer and those living in an open environment. The research hypotheses refer to the existence of evident antler parameters for early detection of animal trophy value; the existence of particular parameters relevant for the assessment of future deer trophy value and the assertion that it takes less time for feedlot red deer to develop trophy antlers and reach high market value than for free living cervids. The research will be conducted in the "Šeprešhat" research centre managed by company "Hrvatske šume d.o.o.". The centre is situated along the Danube, in the north-east of Baranya. Its area comprises about 70 ha and is divided into 16 enclosed fields or rotational grasslands which are interconnected with corridors and game manipulation zones. The feedlot is populated by app. a hundred cervine animals and the ratio of male to female animals is 1:1. The research is going to be based on the biometric data from 167 pairs of shed antlers from ten feedlot cervids and four wild cervids, which makes a total of 4,016 parameters. The shed antlers were collected in the period from 2004 to 2017. According to CIC regulations (Hromas, 2008), 22 parameters should be measured. The length parameters are measured with a tape and expressed in centimetres and millimetres while the angles are measured with a swing arm protractor and expressed in degrees. The obtained data are going to be analysed using common statistical methods contained in the following programme packages: Excel and Statistica 13.4.0.14. The analysis should have the following order of succession: correlation analysis (parametric or non-parametric, which depends on the distribution of obtained data); regression analysis; analysis of covariance; cluster analysis, discriminant or PC analysis and multiple regression analysis. The basic parameters for eliminating unprosperous animals from the respective popula-

tion should result from obtained data or from the individual development of shed antler parameters. Hence, the appertaining economic impact is expected to be enhanced and the competitiveness is likely to be improved. Moreover, the obtained results may result in game age reconsideration and thus adaptation of the guidelines for managing cervine animals in Pannonian Croatia.

Key words: red deer, antlers, trophy, feedlot”

OPTIMIZACIJA MIKROPROPAGACIJE BOROVNICE (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) PRIMJENOM NANOBIOTEHNOLOGIJE U TEKUĆEM IMERZNOM (TIB/TIS) SUSTAVU BIOREAKTORA

Dejan Bošnjak, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Mikropropagacija in vitro osigurava dobivanje visokokvalitetnog i zdravstveno ispravnog reproduktivnog materijala u kratkom vremenskom intervalu jer se proizvodnja odvija u kontroliranim i aseptičnim uvjetima. Imerzni sustav bioreaktora (TIB, eng. Temporary Immersion Bioreactor; TIS, eng. Temporary Immersion System) predstavlja potpuno kontrolirani modularni biotehnološki sustav koji koristi tekuću hranjivu podlogu, bez dodatka agara. Sustav se odlikuje visokom učinkovitosti i skraćenim ciklusom proizvodnje uslijed bržeg rasta biljnih kultura, međutim potrebno je razviti precizne protokole za uzgoj biljaka kako bi se postigla maksimalna učinkovitost i produktivnost, te kvaliteta proizvedenog biljnog materijala. Jedan od postojećih problema u ovakvim sustavima je pojava vitrifikacije ili hiperhidriranosti (eng. *Hyperhydricity*). Vitrifikacija u kulturi tkiva vizualno se manifestira u obliku morfoloških poremećaja na biljkama, razvojem transparentnih listova, nabubrenih stabljika i izdanaka koji se deformiraju i postanu izrazito lomljivi. Doktorska disertacija temelji se na istraživanju optimizacije uzgojnih uvjeta u mikropropagaciji borovnice (*Vaccinium corymbosum* L.) kroz TIB/TIS sustav, uz primjenu nanočestica Si i Zn te regulatora rasta floriglucina. Ovakvog ili sličnog imerznog sustava u RH nema te bi istraživanje trebalo donijeti vrlo vrijedne nove spoznaje i praktične preporuke za primjenu navedenog TIB/TIS sustava te ispitivanih nanočestica i floriglucina u mikropropagaciji borovnice. Predloženo istraživanje ima slijedeće postavljene ciljeve: utvrđivanje intenziteta vitrifikacije pri različitim uzgojnim uvjetima u TIB/TIS sustavu obzirom na tretmane, tj. da li primijenjene nanočestice i/ili floriglucinol mogu pozitivno utjecati na njeno smanjenje; razvoj učinkovitog modela u sprječavanja vitrifikacije biljnog materijala borovnice u tekućem imerznom sustavu nanobiotehničkim pristupom uz primjenu nanočestica SiO₂, ZnO i biljnog regulatora rasta floriglucina; utvrđivanje učinka primijenjenih modela na rast i razvoj (produktivnost) borovnice, morfološke, fiziološke i enzimske parametre stresa u uvjetima uzgoja na tekućem mediju. Predloženo istraživanje se temelji na slijedećim hipotezama: očekuje se različiti stupanj usvajanja navedenih elemenata, bioakumulacija, njihova translokacija kroz biljku i odgovor na primijenjenu koncentraciju; aplikacija nanočestica SiO₂, ZnO i floriglucina u optimalnoj koncentraciji poboljšati će rast i razvoj biljnog materijala, utjecati će na promjenu koncentracije pojedinih bioaktivnih komponenti, multiplikaciju, poboljšanje morfoloških i fizioloških parametara uz smanjenje štetne vitrifikacije i povećanje otpornosti na stres pri uzgoju borovnice u TIB/TIS sustavu. Pokus će biti proveden u laboratoriju za kulturu biljnog tkiva u sklopu Katedre za voćarstvo, vinogradarstvo i vinarstvo (laboratorij za voćarstvo) na Fakultetu agrobiotehničkih znanosti Osijek. Istraživanje će obuhvaćati voćnu vrstu borovnicu uvedenu u kulturu prijašnjih godina. Svaki bioreaktor puni se s 0,5 do 1 L tekućeg hranjivog medija, nakon čega se vrši autoklaviranje. Eksplantati borovnice dise-

ciraju se na nodijalne segmente s dva do tri internodija (200 eksplantata po tretmanu). Hranjivi medij sadržavati će mikro- i makroelemente WPM podloge uz dodatak 30 g/L šećera, 2 mg/L zeatina i tretmane nanočestica SiO₂, ZnO te biljnog regulatora rasta floroglucinola. Primjena nanočestica definiranih veličina SiO₂ (10 – 20 nm), ZnO (20 – 30 nm) i biljnog regulatora floroglucinola u određenim koncentracijama, biti će obavljena direktno u tekući hranjivi medij prije autoklaviranja. U eksperimentu je predviđena kontrolna varijanta, četiri tretmana s primjenom različitih nanočestica (Si i Zn oksidi), dva tretmana biljnog regulatora rasta (floroglucinol), te četiri tretmana kombinacija pojedinih nanočestica s biljnim regulatorom rasta. Kako bi se utvrdio učinak nanočestica i floroglucinola na rast i razvoj biljaka tijekom i po završetku istraživanja analizirati će se brojni parametri: mjerenje rasta i razvoja – biljni morfološki parametri; anatomija lista; mineralni sastav medija i biljaka; pH i EC vrijednost hranjivog medija; fiziološko-biokemijski pokazatelji reakcije biljaka na primijenjene tretmane i uzgojne uvjete. Istraživanje će biti postavljeno prema slučajnom blok rasporedu u 3 repeticije dvofaktorijalno (nanočestica /floroglucinol x koncentracija). Obrada rezultata istraživanja predviđa uporabu standardnih statističkih metoda i testova, uz pomoć programa SAS i Microsoft Excel. Očekuje se da će dobiveni rezultati dokazati učinkovitost imerznog sustava uz aplikaciju pojedinih nanočestica i/ili floroglucinola te doprinijeti boljem razumijevanju vitrifikacije u tekućem imerznom sustavu. Podatci dobiveni ovim istraživanjem imati će veliki značaj u primjeni nanotehnologije u mikropropagaciji borovnice putem imerznih bioreaktora. Također, rezultati će poslužiti kao temelj za sva daljnja istraživanja u ovom području, budući da posljedice uvođenja određenih vrsta nanomaterijala u proces mikropropagacije kao i njihov utjecaj na rast i razvoj biljaka in vitro nisu dovoljno istražene. Tema disertacije je inovativna te može rezultirati saznanjima koja će imati velik znanstveni doprinos i praktičnu vrijednost.

Glavne riječi: TIB/TIS sustav, borovnica, vitrifikacija/hiperhidriranost, nanočestice, floroglucinol

THE OPTIMIZATION OF BLUEBERRY MICROPROPAGATION (*VACCINIUM CORYMBOSUM* L.) USING NANOTECHNOLOGY IN LIQUID IMMERSION (TIB/TIS) BIOREACTOR SYSTEM

Dejan Bošnjak

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

In vitro micropropagation ensures obtaining high quality and healthy reproductive plant material in a short period of time and production carried out in the controlled and aseptic conditions. Temporary Immersion Bioreactor System (TIB/TIS) is a fully controlled, modular biotechnical system that uses a liquid nutrient medium, without the addition of agar. The aforementioned system is characterized by high efficiency and shortened production cycle due to a faster growth of the plant culture. Although it is necessary to emphasize that the system efficiency could be improved by developing precise protocols for growing plants to achieve a maximum efficiency, productivity, and the quality of produced plant material. One of the existing problems of these systems is the appearance of vitrification (hyperhydricity), which is visually manifested in the form of morphological disorders on the plants, development of transparent leaves, swollen stems and shoots that are deformed and become extremely brittle. The dissertation is based on the research in the optimization of growing conditions in micropropagation of blueberries (*Vaccinium corymbosum* L.) through the TIB / TIS system, with the application of Si and Zn nanoparticles and the growth regulator phloroglucinol. At this time, there is no identical or similar immersion system in the Republic of Croatia, so the research should provide for very valuable new insights and practical recommendations for the application of the aforementioned TIB/TIS system. Furthermore, the study results will provide useful insights in the tested nanoparticles and phloroglucinol in blueberry micropropagation. The proposed research has the following aims: determining the intensity of vitrification under different growing conditions in the TIB/TIS system depending on the treatments, i.e., whether the applied nanoparticles and/or phloroglucinol can exert a positive effect on its reduction; development of an effective model in the prevention of vitrification of the blueberry plant material in a liquid immersion system via nanobiotechnical approach, with the use of SiO₂ and ZnO nanoparticles, and the plant-growth regulator phloroglucinol (PGR); determining the effect of the applied models on the growth and development (productivity) of blueberries, morphological, physiological, and enzymatic stress parameters in growing conditions on a liquid medium. The proposed research is based on the following hypotheses: different degrees of uptake of these usage elements, bioaccumulation, their translocation through the plant, and the response to the applied concentration are expected; the application of SiO₂ and ZnO nanoparticles and phloroglucinol in the optimal concentration will improve the growth and development of the plant material, will change the concentration of individual bioactive components and multiplication, and will improve morphological and physiological parameters while reducing the harmful vitrification and increasing the stress resistance in blueberry cultivation on TIB/TIS system. The experiment will be conducted in the plant tissue culture laboratory at the Department of Po-

mology, Viticulture, and Enology (Fruit Growing Laboratory), Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek. The research will include the blueberry fruit species introduced into the culture in previous years. Each bioreactor is filled with 0.5 to 1 L of liquid nutrient medium, followed by autoclaving. Blueberry explants will be dissected into nodal segments with two to three internodes (200 explants per treatment). The nutrient medium will contain micro- and macroelements of the WPM medium with the addition of 30 g / L sugar, 2 mg / L zeatin and treatments of SiO₂ and ZnO nanoparticles, and the plant-growth regulator phloroglucinol. The application of nanoparticles defined the sizes of SiO₂ (10 - 20 nm), ZnO (20 - 30 nm), and of the plant regulator phloroglucinol in certain concentrations, and it will be applied directly in the liquid nutrient medium before autoclaving. The experiment envisions a control variant: four treatments using different nanoparticles (Si and Zn oxides), two treatments of plant-growth regulator (phloroglucinol), and four treatments of individual nanoparticle combinations with the plant growth regulator. In order to determine the effect of nanoparticles and phloroglucinol on the plant growth and development during and subsequent to the research, a number of parameters will be analyzed: the measurement of growth and development – the plant morphological parameters, leaf anatomy, mineral composition of the media and the plants, the pH and EC values of nutrient medium, and physiological-biochemical indicators of plant reaction to the applied treatments and growing conditions. The study will be set up according to a randomized block system in three repetitions, two-factor (nanoparticle/phloroglucinol x concentration). The research results processing envisions the application of standard statistical methods and tests, with the SAS and Microsoft Excel software. It is expected that the obtained results will prove the efficiency of the immersion system with the application of individual nanoparticles and/or phloroglucinol and will contribute to a better understanding of vitrification in the liquid immersion system. The data obtained by this research will be of great importance in the application of nanotechnology in blueberry micropropagation via immersion bioreactors. In addition, the results will serve as a basis for all further research in this area, since the consequences of the introduction, certain types of nanomaterials in the process of micropropagation, as well as their impact on the plant growth and development in vitro have not been sufficiently investigated. The dissertation topic is innovative and may result in the knowhow that may have a great scientific contribution and practical value.

Keywords: TIB/TIS system, blueberry, vitrification/hyperhydricity, nanoparticles, phloroglucinol

BIORASPOLOŽIVOST K, CA, MG, MN, FE, ZN I SE IZ PŠENIČNE TRAVE (*TRITICUM AESTIVUM* L.)

Sanja Grubišić, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

I "Mladi izdanci pšenice (*Triticum aestivum* L.) koji se zbog svoje nutritivne vrijednosti koriste kao prirodni dodatak prehrani u obliku svježeg soka, praha ili tableta nazivaju se pšenična trava. Brojna istraživanja su pokazala da upravo zbog vrlo raznolikog kemijskog sastava, pšenična trava iskazuje antioksidativna svojstva koja pomažu u prevenciji različitih oboljenja. Neraznolika i neuravnotežena prehrana mogu dovesti do pothranjenosti mikronutrijentima, od čega, prema podacima Svjetske zdravstvene organizacije pati trećina čovječanstva. Biofortifikacija je mjera kojom se može povećati sadržaj određenog mikronutrijenta u jestivim dijelovima biljke, a pretpostavka je da će se konzumacijom obogaćene hrane u organizam unijeti veće količine mikronutrijenata potrebnih za normalan rast i razvoj. Mikronutrijenati unešeni u organizam neće u organizmu biti u potpunosti iskorišteni, te je zbog toga, osim ukupnih koncentracija poželjno utvrditi i bioraspoložive koncentracije mikronutrijenata. Termin bioraspoloživost označava količinu hranjive tvari koja je dostupna za apsorpciju u organizmu. Za utvrđivanje bioraspoloživosti u ljudskom organizmu koristite se *in vivo* i *in vitro* modeli simulacije probave. *In vitro* modeli za simulaciju probave najčešće uključuju oralnu i želučanu fazu te fazu simulacije probave u tankom crijevu. Da bi se preciznije odredila količina hranjive tvari koja će biti apsorbirana u organizmu, *in vitro* modeli simulacije probave se kombiniraju sa Caco-2 modelom apsorpcije. Ciljevi istraživanja su: (i) ispitati varijabilnost genotipova pšenice s obzirom na ukupne i *in vitro* bioraspoložive koncentracije K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn i Se u soku pšenične trave, (ii) ispitati utjecaj biofortifikacije cinkom i selenom te utjecaj različitih termina žetve na ukupne i *in vitro* bioraspoložive koncentracije navedenih elemenata u soku i prahu pšenične trave te (iii) izdvojiti genotipove pšenice za uzgoj pšenične trave koji će se s obzirom na mineralni sastav moći preporučiti za direktnu uporabu kao dodatak prehrani. Pretpostavka je da će genotip, biofortifikacija i termin žetve imati značajan utjecaj na ukupnu i *in vitro* bioraspoloživu koncentraciju elemenata u soku i prahu pšenične trave, što će omogućiti izbor određenog genotipa za uzgoj pšenične trave kao dodatka prehrani. Preliminarnim istraživanjem na uzorku od 100 genotipova i 5 divljih srodnika pšenice utvrdit će se ukupne i *in vitro* bioraspoložive koncentracije K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn i Se u soku pšenične trave. Na temelju dobivenih rezultata izabrat će se devet genotipova i jedan divlji srodnik, koji će se posijati u poljski pokus. U fazi cvatnje i mliječne zriobe provest će se folijarna aplikacija cinka i selena u tri tretmana. Biofortificirano sjeme pšenice koristiti će se u drugoj fazi istraživanja za uzgoj pšenične trave u kontroliranim uvjetima na temelju čega će se utvrditi utjecaj biofortifikacije (Zn-Se) i termina žetve (6., 8. i 10. dan) na mineralni sastav soka i praha pšenične trave. Simulacije probave *in vitro* radit će se metodom po Kiersu (2000.) i metodom po Minekusu (2014.). Ukupne i *in vitro* bioraspoložive koncentracije ispitivanih elemenata utvrdit će se pomoću ICP-OES tehnike. Za sva ispitivana svojstva izračunati će se mjere opisne statistike. Utjecaj tretmana na ispitivana svojstva ispitat će se jednofaktorijalnom analizom varijance ($p < 0,01$). Tukeyevim HSD testom ($p < 0,01$) utvrdit će se razlike između ispitivanih kultivara s obzirom na ispitivana svoj-

stva. Veza između ukupnih i bioraspoloživih koncentracija elemenata za svaki element pojedinačno te veza između ukupnih odnosno bioraspoloživih koncentracija različitih elemenata ispitat će se korelacijskom analizom. Grupiranje genotipova prema sličnosti biti će provedeno pomoću hijerarhijske klaster analize. Ovim istraživanjem značajno će se pridonijeti boljem poznavanju nutritivne vrijednosti pšenične trave. Po prvi puta će biti ispitano kakve su razlike u bioraspoloživosti K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn i Se iz soka i praha pšenične trave uzgojene iz konvencionalnog i biofortificiranog zrna. Osim toga, tijekom istraživanja razvijat će se metoda za simulaciju probave *in vitro*, što također značajno doprinosi znanstvenoj vrijednosti ovog istraživanja. Dobiveni podaci poslužiti će za preporuku genotipa pšenice za uzgoj pšenične trave kao prirodnog dodatka prehrani. Osim toga, ovo je prvo istraživanje nutritivne vrijednosti pšenične trave koje se provodi u Republici Hrvatskoj, a ujedno je i prvo istraživanje pšenične trave koje se provodi na uzorku od 100 genotipova pšenice.

Ključne riječi: pšenična trava, biofortifikacija, *in vitro* simulacija probave, Caco2 stanice

BIOAVAILABILITY OF K, CA, MG, MN, FE, ZN AND SE IN WHEATGRASS (*TRITICUM AESTIVUM* L.) JUICE

Sanja Grubišić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Young shoots of wheat (*Triticum aestivum* L.) that are due to their nutritional value, used as a natural dietary supplement in a form of fresh juice, powder or tablets are called wheatgrass. Numerous studies have shown that because of its very diverse chemical composition, wheatgrass exhibits antioxidant properties that can help in preventing various diseases. A non-diverse and unbalanced diet can lead to micronutrient malnutrition, which, according to the World Health Organization, affects one third of human population. Biofortification is a method that can increase the content of a certain micronutrient in the edible parts of the plant, and it is assumed that the consumption of enriched food will provide the body with a larger amount of micronutrients needed for normal growth and development. Micronutrients brought into the body will not be fully utilized in the body, and therefore, in addition to total concentrations, it is recommendable to determine the bioavailable concentrations of micronutrients. The term "bioavailability" refers to the amount of a nutrient that is available for absorption in the body. *In vivo* and *in vitro* digestion models are used to determine that bioavailability in the human organism. *In vitro* digestion models mostly include the oral, gastric phase and the phase of digestion that takes place in the small intestine. To determine the amount of nutrient that will be absorbed in the body more accurately, *in vitro* digestion models are combined with the Caco-2 absorption model. The aims of this study are: (i) to examine the variability of wheat genotypes with respect to the total and the *in vitro* bioavailability of K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn and Se in wheatgrass juice, (ii) to examine the way the zinc and selenium biofortification and different harvest time effects a total and the *in vitro* bioavailability of these elements in wheatgrass juice and powder; and (iii) to identify wheat genotypes for wheatgrass cultivation that may be recommended for direct use as a dietary supplement due to their mineral composition. It is assumed that genotype, biofortification and date of harvest will have a significant impact on the total and *in vitro* bioavailability of elements in wheatgrass juice and powder, which will make it possible to choose a particular genotype for wheatgrass cultivation as a dietary supplement. Preliminary research on a sample of 100 genotypes and 5 wild relatives of wheat will be carried out, with an aim to determine the total and the *in vitro* bioavailability of K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn and Se in wheatgrass juice. On the basis of obtained results, nine genotypes and one wild relative will be selected, and they will be sown in a field experiment. In the flowering and milk stage, foliar application of zinc and selenium will be carried out in three treatments. Biofortified wheat will be used in the second phase of research for growing wheatgrass in controlled conditions. Based on this the influence of biofortification (Zn-Se) and the harvest time (days 6, 8 and 10 days) on the mineral composition of juice and powder will be determined. *In vitro* digestion simulations will be performed by the Kiers et al. (2001) and the Minekus et al. (2014). The total and the *in vitro* bioavailability of elements will be determined using the ICP-OES technique. A measures of descriptive statistics will be calculated for all examined traits. The influence of the treatments on the examined properties will be examined by

one-factor analysis of variance ($p < 0.01$). The Tukey HSD test ($p < 0.01$) will determine the differences between cultivars regarding the examined traits. Correlation analysis will be used for the examination of the relationship between the total and the bioavailable concentrations of elements for each element individually and for the relationship between the total and the bioavailable concentrations of different elements. Grouping of genotypes will be performed using hierarchical cluster analysis. This research will significantly improve the knowledge on the nutritional value of wheatgrass. The differences in the bioavailability of K, Ca, Mg, Mn, Fe, Zn and Se from wheatgrass juice and powder grown from conventional and biofortified grain will be examined for the first time. In addition, a method for simulation of *in vitro* digestion will be developed during the research, which also significantly contributes to the scientific value of this research. The obtained data will be used to create guidelines for recommendation of best suitable wheat genotype for cultivation of wheatgrass as a natural dietary supplement. Furthermore, this is the first research on the nutritional value of wheatgrass conducted in the Republic of Croatia, and it is also the first research on wheatgrass conducted on a sample of 100 wheat genotypes.

Key words: wheatgrass, biofortification, *in vitro* digestion simulation, Caco2 cell line

ZEC KAO BIOINDIKATOR ONEČIŠĆENJA STANIŠTA TEŠKIM METALIMA

Josip Gulin, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Antropogeni procesi (urbanizacija, industrijalizacija, promet, poljoprivreda) dovode do povećavanja koncentracija teških metala u okolišu. Teški metali se akumuliraju u površinskim slojevima tla i u vodi. Kroz hranidbeni lanac prenose se do životinja i ljudi, bioakumuliraju se u određenim tkivima i mogu dovesti do oštećenja i mijenjanja fizioloških funkcija organizma. Toksični teški metali As, Cd, Hg i Pb ubrajaju se među najopasnije tvari na Zemlji. Najbolje informacije o zagađenosti staništa pružaju divlje životinje koje se hrane prirodnom hranom. Vrste koje su široko rasprostranjene, visokih brojnosti populacija, vjerne staništu te koriste mali životni prostor poput zeca pokazale su se najbolje za biomonitoring. Ciljevi istraživanja su: utvrditi koncentraciju teških i toksičnih metala (Al, As, Cu, Cr, Cd, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn) u tkivu jetre, bubrega, masnog tkiva i mišića zeca; dobiti podatke o regionalno uvjetovanoj koncentraciji teških metala u tkivima zeca (istočna, središnja i južna Hrvatska); utvrditi razlike u koncentraciji teških i toksičnih metala u odabranim tkivima prema dobnim skupinama i spolu zeca; utvrditi utjecaj lokalnih izvora onečišćenja na razine istraživanih metala u tkivima; utvrditi koncentraciju teških i toksičnih metala u istraživanim tlima; utvrditi koncentraciju teških i toksičnih metala u biljnoj tvari na istraživanim plohama; procijeniti potencijal zeca kao bioindikatora onečišćenja okoliša teškim metalima. Hipoteze istraživanja su: koncentracija pojedinih teških metala viša je u bubregu i jetri, nego u mišiću zeca; koncentracije teških metala više su u zečeva koji obitavaju u blizini izvora onečišćenja; zec je pogodan bioindikator onečišćenosti staništa teškim metalima. Uzorci za istraživanje biti će prikupljeni iz istočne, središnje i južne Hrvatske. Ciljna tkiva zečeva za analizu koncentracije teških metala su jetra, bubreg, masno tkivo i mišić, dok će očna leća poslužiti za određivanje dobi zečeva (30 uzoraka svakog tkiva po regiji). Uzorci tla prikupljati će se s površina na kojima su obitavali odstrijeljeni zečevi. Zasebno će se prikupiti uzorci tla s oranica, pašnjaka i livada kao kompozitni uzorak sastavljen od 20 do 25 pojedinačnih uzoraka uzetih sondom, slučajno raspoređenih po uzorkovanoj površini. Dubina uzorkovanja će biti od 0 do 30 cm, na način da će se posebno uzorkovati površinski (0-10 cm), a posebno oranični sloj tla (10-30 cm). Uzorci biljne tvari prikupiti će se sa svake površine s koje će se prikupljati uzorak tla. Prikupiti će se i uzorci pojedinačnih vrsta koje su učestalije na pojedinom staništu. Prikupljanje biljne tvari će se provesti 3 puta u godini (veljača, lipanj, listopad). Svaka analizirana površina će se svrstati u određeni stanišni tip prema NKS-u te će se napraviti fitocenološka analiza prema Braun-Blanquet metodi. Dob zečeva odrediti će se prema masi suhe očne leće. Koncentracija Hg u tkivima zeca utvrditi će se primjenom živina analizatora, a koncentracije Al, As, Cu, Cr, Cd, Fe, Ni, Pb, Zn utvrditi će se spektrometrijom masa s induktivno spregnutom plazmom (ICP-MS). Uzorci tla će biti razoreni zlatotopkom za utvrđivanje ukupnih koncentracija metala u tlu, dok će se za utvrđivanje bioraspoloživih koncentracija koristiti ekstrakcijska metoda s otopinom EDTA. Utvrđivanje koncentracije metala u biljnoj tvari provesti će se razaranjem mokrim postupkom (razaranje dušičnom kiselinom) mikrovalnom tehnikom. Koncentracije metala u otopinama uzoraka utvrditi će se spek-

trometrijom masa u induktivno spregnutoj plazmi (ICP-MS). Rezultati ovog istraživanja doprinijet će spoznaji o regionalnoj onečišćenosti staništa u Hrvatskoj teškim i toksičnim metalima: aluminijem, arsenom, bakrom, kromom, kadmijem, željezom, živom, niklom, olovom i cinkom. Utvrdit će se mogu li odabrana tkiva zeca poslužiti kao bioindikator za navedene teške metale, te može li zec kao vrsta poslužiti za procjenu onečišćenosti staništa teškim metalima. Postaviti će se osnova za buduća istraživanja u Hrvatskoj u kojima će se zec koristiti kao bioindikator.

Ključne riječi: antropogeni utjecaj, bioakumulacija, biomonitoring, teški metali, zec

HARE AS A BIOINDICATOR OF HEAVY METALS HABITAT POLLUTION

Josip Gulin

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Anthropogenic processes (urbanization, industrialization, transport, agriculture) lead to increased concentrations of heavy metals in the environment. Metals accumulate in the surface layer of the soil and in water. Through the food chain, heavy metals are transferred to animals and humans, bioaccumulate in certain tissues and can lead to damage and alteration of animal and human physiological functions. The toxic heavy metals As, Cd, Hg and Pb are among the most dangerous substances on the Earth. The best information on habitat pollution is provided by wild animals that feed on natural food. Species that are widespread, high abundance, site fidelity and used a small home range size like hare fit best the requirements for biomonitoring. The objectives of the study are: to determine the concentration of heavy and toxic metals (Al, As, Cu, Cr, Cd, Fe, Hg, Ni, Pb, Zn) in the liver, kidney, adipose tissue and muscle of the hare; obtain data on regionally conditioned concentration of heavy metals in hare tissues (eastern, central and southern Croatia); determine differences in the concentration of heavy and toxic metals in selected tissues according to age groups and sex; determine the influence of local sources of pollution on the levels of investigated metals in tissues; determine the concentration of heavy and toxic metals in the studied soils; determine the concentration of heavy and toxic metals in plant matter on the investigated areas; assess the potential of hare as a bioindicator of heavy metal pollution. The research hypotheses are: the concentration of certain heavy metals is higher in the kidney and liver than in the hare muscle; heavy metal concentrations are higher in hare inhabiting near sources of contamination; the hare is a suitable bioindicator of heavy metal habitat contamination. Samples for the research will be collected from eastern, central and southern Croatia. The target tissues of hares for the analysis of heavy metal concentrations are liver, kidney, adipose tissue and muscle, while the lens of the eye will be used to determine the age of rabbits (30 samples of each tissue per region). Soil samples will be collected from areas inhabited by shot hares. Soil samples from arable land, pastures and meadows will be collected separately as a composite sample composed of 20 to 25 individual samples taken by the probe, randomly distributed over the sampled area. The depth of sampling will be from 0 to 30 cm, the surface (0-10 cm) and the arable soil layer (10-30 cm) will be sampled separately. Samples of plant matter will be collected from each surface from which the soil sample will be collected. Samples of individual species that are more frequent in each habitat will also be collected. Collection of plant matter will be carried out 3 times a year (February, June, October). Each analyzed area will be classified into a specific habitat type according to the Nacional habitat classification of Croatia and a phytocenological analysis will be performed according to the Braun-Blanquet method. The age of the rabbits will be determined by the mass of the dry lens. The concentration of Hg in hare tissues will be determined using mercury analyzers, and the concentrations of Al, As, Cu, Cr, Cd, Fe, Ni, Pb, Zn will be determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). Soil samples will be destroyed by nitric acid hydrochloride to determine total metal concentrations in the soil, while an extra-

ction method with EDTA will be used to determine bioavailable concentrations. The determination of the metal concentration in the plant substance will be carried out by wet destruction (nitric acid destruction) by microwave technique. Metal concentrations in the sample solutions will be determined by inductively coupled plasma mass spectrometry (ICP-MS). The results of this research will contribute to the knowledge of regional habitat pollution in Croatia with heavy and toxic metals: aluminum, arsenic, copper, chromium, cadmium, iron, mercury, nickel, lead and zinc. It will be determined whether the selected hare tissues can be used as bioindicators for these heavy metals, and whether the hare as a species can be used to assess habitat contamination with heavy metals. A basis will be laid for future research in Croatia in which the hare will be used as a bioindicator.

Keywords: anthropogenic influence, bioaccumulation, biomonitoring, heavy metals, hare

DJELOVANJE BIOSTIMULANTA KALIJEVA OKSIDA NA SUPRESIJU SIVE PLIJESNI NA VINOVOJ LOZI NAKON LEDOTUČE U FAZI UZNAPREDOVALE ZRIOBE

Jelena Jelenić, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

U istraživanju je ispitivano djelovanje anorganskih biostimulanata (plant biostimulant of inorganic origin) na supresiju rasta micelija sive plijesni *Botrytis cinerea*. Pokus je postavljen na području sela Kneževi Vinogradi nakon ledotuče zabilježene tijekom kolovoza 2020. god. Prodor nevremena bio je iz pravca jugozapada, a cumulonimbus je bio vrlo jak, sa odražajnošću preko 60 dBz rezultirajući tučom i oštećenjima vinograda od 30 do 60%. S obzirom na izrazito velika oštećenja na bobicama i predugu karencu konvencionalnih preparata, u dva navrata primijenjeni su anorganski biostimulanti na bazi kalijeva oksida. Poljski pokus proveden je na bazi slučajnog blok dizajna u 4 ponavljanja (80 biljaka) u vinogradu starom 5 godina, zasađenom vinskim i stolnim sortama. Rezultati djelovanja testiranih pripravaka na supresiju sive plijesni očitani su neposredno prije berbe na bazi pojave simptoma na grozdovima (broj bobica i ukupan broj grozdova na biljci zaraženih sivom plijesni) prema 0-4 skali (0 = odsutnost simptoma sive plijesni i 4 = zaraženost više od 50 % grozda na trsu s preko 40 % zaraženih bobica). Rezultati in vivo testa pokazali su da biostimulanti na bazi kalijeva oksida imaju pozitivan utjecaj na supresiju rasta gljive *Botrytis cinerea* u in vivo uvjetima. Na grozdovima koji su oštećeni tučom i do 50%, a nakon tretmana s kalijevim oksidom, primijećena je dehidracija dijela i/ili cijelih bobica. Oštećeni grozdovi tretirani s kalijevim oksidom imali su stopu zaraze ispod 15% u trenutku berbe, za razliku od kontrole gdje je zaraza sivom plijesni zahvatila i do 80% grozda. Nakon tretmana kalijevim oksidom došlo je do sušenja laceracija na bobicama i stvaranja ožiljnog tkiva koje je onemogućilo daljnje širenje zaraze. Daljnje širenje zaraze potencijalno je zaustavljeno djelovanjem kalija na stvaranje odebljalog staničnog sloja u području rane, aktivacijom stanica čuvara u stomatalnom aparatu bobice i dehidracijom konidija *B. cinerea*. S obzirom na sve nepovoljnije klimatske prilike potrebno je uvesti nove metode zaštite vinove loze od sive plijesni. Zbog duge karence konvencionalni botriticidi nisu prikladan izbor u fazama uznapredovale zriobe. Primjena biostimulanata smanjuje negativni utjecaj sive plijesni na vinovoj lozi te predstavlja iskorak prema održivoj poljoprivrednoj praksi.

Ključne riječi: *Botrytis cinerea*, vinova loza, biostimulanti, kalijev oksid, kalij, Alphonse La-Vallee

EFFECT OF BIOSTIMULANT POTASSIUM OXIDE ON SUPPRESSION OF GRAY MOLD AFTER HAIL IN GRAPEVINE VÉRAISON PHENOPHASE

Jelena Jelenić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

In the study, the effect of plant biostimulant of inorganic origin was tested as suppressor of the growth of mycelium of gray mold *Botrytis cinerea*. The experiment was set up in the area of the village of Kneževi Vinogradi after an ice hailstorm recorded during August 2020. The storm came from the southwest, and the cumulonimbus was very strong, with a reflection of over 60 dBz resulting in hail and vineyard damage of 30 to 60%. Due to the extremely large damage to the berries and the long waiting period of conventional botryticides, inorganic biostimulants based on potassium oxide were used as potential suppressors of gray mold infections. The field experiment was conducted on the basis of a random block design in 4 replications (80 plants) in a 5-year-old vineyard planted with wine and table varieties. The results of tested inorganic biostimulants on gray mold suppression were collected during harvest and were based on the appearance of symptoms on grapes (number of berries and total number of grapes on a plant infected with gray mold) according to 0-4 scale (0 = absence of gray mold symptoms and 4 = infection with more than 50% grapes on the vine with over 40% infected berries). The results of the assay showed that potassium oxide-based biostimulants have a positive effect on the suppression of the growth of the fungus *Botrytis cinerea* in vivo conditions. Clusters damaged by hail up to 50% (after treatment with potassium oxide) exhibited dehydration of part and /or whole berries. Damaged clusters treated with potassium oxide biostimulants had an infection rate below 15% at harvest, in contrast to controls where gray mold affected up to 80% of berries in clusters. After treatment with potassium oxide, the lacerations on the berries dried and scar tissue formed, which prevented further spread of the infection. K⁺ potentially encouraged strong cell wall development, stimulated phenol production to prevent further infection and regulated stomatal closure and caused conidia dehydration. Considering the increasingly unfavorable climatic conditions, it is necessary to introduce new methods of plant protection in vineyards against gray mold. Due to long waiting period, conventional botryticides are not suitable choice in the stages of advanced maturation. The application of biostimulants reduces the negative impact of gray mold on vines and represents a step towards sustainable agricultural practice.

UTJECAJ DRUŠTVENIH ZAHTJEVA NA POTROŠAČKI ODABIR MESA CRNE SLAVONSKE SVINJE

Sanja Jelić Milković, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Svinjogojska proizvodnja u Republici Hrvatskoj bilježi negativne pokazatelje zadnjih desetak godina, kao i značajan uvoz jeftinog svinjskog mesa kako bi se zadovoljila potražnja za svinjskim mesom. Pored toga, konkurentan i intenzivan uzgoj svinja povezuje se i s pitanjima zagađenja okoliša, ugrožavanja bioraznolikosti favoriziranjem toвно produktivnijih pasmina svinja, pitanjem dobrobiti životinja i slično. Stoga bi proizvodnja crne slavonske svinje, autohtone pasmine koja u većoj mjeri objedinjava etička, ekološka i društvena pitanja, uz ekonomski faktor, predstavljala dobar izbor za dio poljoprivrednih proizvođača. Na preferencije potrošača i njihov izbor pri kupnji utječu brojni čimbenici kao što su socijalni, ekološki čimbenici te briga za zdravlje. Stavovi potrošača često su pod utjecajem ekonomske i obrazovne razine, a posebno kada je riječ o znanju o dobrobiti životinja, uvjetima držanja svinja i plaćanja veće cijene za meso svinja koje se uzgajaju u skladu s boljim uvjetima dobrobiti. Društveni zahtjevi potrošačima postaju sve značajniji, a upravo je to nešto što se može marketinški iskoristiti pri prodaji mesa crne slavonske svinje. Disertacija je usmjerena na identificiranje najrelevantnijih atributa mesa crne slavonske svinje koje potrošači preferiraju tijekom kupnje i na cjenovnu spremnost potrošača. Glavni cilj disertacije je ispitati utjecaj informacija o društvenoj odgovornosti na izbor i ponašanje potrošača u korist lokalnih pasmina svinja, u ovom slučaju pasmine crne slavonske svinje, ali i pružiti potporu znanju o tržišnoj i marketinškoj pripremi proizvoda kroz rezultate eksperimenta odabira. To će se postići sljedećim pod ciljevima: 1. Definirati i utvrditi koliko potrošači svinjskog mesa vrednuju društvene, etičke i ekološke zahtjeve prilikom kupnje. ; 2. Na temelju rezultata eksperimenta odabira za meso crne slavonske svinje definirati će se oni atributi koje je potrebno naglasiti u promocijskim aktivnostima i pri donošenju budućih marketinških odluka, uključujući i neke aspekte društvenih zahtjeva; 3. Predložiti proizvođačima i dionicima odluka podlogu za plasman i promociju mesa crne slavonske svinje na temelju preferencija potrošača. Hipoteze: H1: Potrošači su senzibilizirani za pojmove društvene dobrobiti prilikom kupnje svinjskog mesa; H2: Eksperiment odabira će definirati na koje su marketinške attribute kupci receptivni u većoj mjeri, a time će se utjecati na njihovu spremnost kupnje i vjerojatnost odabira. Uvodni dio uključivati će meta analizu i pregled znanstvene i recentne literature vezano za proizvodnju i potrošnja mesa svinja u Republici Hrvatskoj, perceptivnost potrošača za pojmove društvene dobrobiti i dio vezan za eksperiment odabira, spremnost za plaćanje (WTP), te logističke funkcije koje evaluiraju pojedine odabire. Glavni instrument za dobivanje rezultata bit će anketni upitnik koji će uključivati aspekte društvenih zahtjeva prilikom kupnje mesa svinja i kreiranje hipotetskog eksperimenta odabira za svježe meso crne slavonske svinje. Provedba istraživanja bit će putem anketnog upitnika na uzorku od najmanje 400 ispitanika koji konzumiraju svinjetinu s područja cijele Republike Hrvatske. Prikupljanje podataka provesti će Agencija za istraživanje tržišta pomoću on-line panela na uzorku iz vlastite baze potrošača. Podatci prikupljeni anketnim upitnikom analizirat će se pomoću statističkog programskog paketa SPSS

Statistic V23. Podatci dobiveni eksperimentom odabira analizirat će se preko jednog od softverskih paketa a za analizu eksperimenta odabira koristiti će se odgovarajući modela logističke regresije. Znanstveni doprinos disertacije je objediniti i produbiti spoznaje o preferencijama potrošača po pitanju društvene dobrobiti koje je u Republici Hrvatskoj slabo istraživano. Također, u Republici Hrvatskoj istraživanja vezana uz eksperiment odabira i preferencije potrošača te modele logističke regresije, nisu primjenjivana te će se po prvi put primijeniti na istraživanju tržišta svježeg mesa crne slavonske svinje. Spomenuti nedostatak istraživanja iz predmetnog područja istodobno predstavlja ograničenje ovog istraživanja, ali i temeljni doprinos ovog rada literaturi koja se bavi istraživanjem tržišta i marketinga svježeg svinjskog mesa, osobito mesa podrijetlom od autohtone pasmine svinja. Nadalje, primjena eksperimenta odabira i modela logističke regresije s ciljem analize tržišta svježeg mesa crne slavonske svinje i preferencija potrošača poslužiti će kao osnova za povećanje razine proizvodnje i strateškog planiranja proizvodnje, te se disertacijom podržavaju napori za očuvanje lokalnih pasmina svinja.

Ključne riječi: crna slavonska svinja, potrošači, tržište, društveni zahtjevi, hipotetski eksperiment odabira

IMPACT OF SOCIAL CONCERNS ON CONSUMER CHOICE OF BLACK SLAVONIAN PIG MEAT

Sanja Jelić Milković

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Pig production in the Republic of Croatia has recorded negative indicators over the last ten years, as well as the significant import of cheap pig meat to meet the demand for pig meat. In addition, competitive and intensive breeding of pigs is also linked to issues of environmental pollution, endangering biodiversity by favouring more productive breeds of pigs, animal welfare issues, etc. Thus, the production of an indigenous local breed such as Black Slavonian pig that more broadly integrates ethical, ecological and social issues, along with the economic factor, represented a good choice for a part of the agricultural producers. Consumer preferences and their choice when purchasing are influenced by many factors such as animal welfare, ecological factors and health concerns. Consumer attitudes are often influenced by economic and educational levels, especially when it comes to knowledge of animal welfare, pig rearing conditions and paying higher prices for pig meat raised in accordance with better welfare conditions. Social demands on consumers are becoming increasingly important, and this is exactly something that can be used in marketing when selling black Slavonian pig meat. The dissertation is focused on identifying the most relevant attributes of black Slavonian pig meat that consumers prefer during the purchase and on the price readiness of consumers. The main objective of the dissertation would be to examine the influence of information on social concerns on consumer choice and behaviour in favour of local pig breeds, in this case Black Slavonian pig breed, but also provide knowledge support for market and product marketing through the choice experiment. This will be achieved with this sub goals: 1. Define and determine which and how much consumers evaluate social, ethical and environmental requirements when purchasing fresh pig meat; 2. Based on the results of the choice experiment for the meat of Black Slavonian pigs, the attributes that will be emphasized in promotional activities and in making future marketing decisions, including some aspects of social requirements, will be defined; 3. Propose to producers and decision makers the base for placement and promotion of Black Slavonian pig's meat based on consumer preferences. Hypothesis: H1: Consumers are aware of the concept of social concerns when purchasing pig meat. H2: The choice experiment will determine which marketing attributes the consumers are more receptive to, and thus affect their choice and readiness to buy fresh pig meat. The introductory part will include a meta-analysis and review of literature related to pig meat production and consumption in the Republic of Croatia, consumer perceptions of social concerns and the part related to the choice experiment, willingness to pay (WTP), and the logistic functions that evaluate individual selections. The main instrument for obtaining results will be a questionnaire that will include aspects of social concerns when purchasing pig meat and creating a hypothetical discrete choice experiment. The research will be conducted through the survey of at least 400 respondents who consume pig meat from the territory of the Republic of Croatia. Data collection will be conducted by the Market Research Agency using an on-line panel on a sample from its own consumer base. The data collected by the survey will be analysed using the statistical

program package SPSS Statistic V23. The data obtained by the choice experiment will be analysed using one of the logistic model functions in one of the software packages. The scientific contribution of the dissertation is to consolidate and deepen the understanding of consumer preferences in terms of social concerns which is poorly researched in Croatia. Also, in Croatia, research related to choice experiment, consumer preference and logistic regression models have not been performed and will be applied for the first time in the investigation of the fresh meat market of the Black Slavonian pig. The mentioned lack of research in the subject area at the same time constitutes the limitation of this research, but also the fundamental contribution of this paper to the market research and fresh pig meat market and meat of indigenous breed of pig in the Republic of Croatia. Furthermore, the application of the choice experiment and the logistic regression model with the aim of analysing the fresh meat market of Black Slavonian pig and consumer preferences will serve as a basis for increasing production levels and strategic planning of production, and the dissertation supports efforts to preserve local breeds of pigs.

Key words: Black Slavonian pig, consumers, market, social concerns, hypothetical discrete choice experiment

BIOLOŠKI AKTIVNE KOMPONENTE U PŠENIČNOJ TRAVI (*TRITICUM AESTIVUM* L.) UZGAJANE U PROMJENJIVIM EKOLOŠKIM UVJETIMA

Marija Kristić, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Interes potrošača raste za funkcionalnom hranom odnosno hranom koja ima pozitivan utjecaj na ljudsko zdravlje. Pšenična trava, odnosno mladi izdanci pšenice se ubraja u funkcionalnu hranu. Naime, ona je bogat izvor kloroplastnih pigmenata, minerala, vitamina, flavonoida, bjelančevina i aminokiselina te ima visoko antioksidativno djelovanje. Cink i selen jesu dva elementa koja uzrokuju „skrivenu glad“, problem koji se pokušava riješiti biofortifikacijom. Bez obzira što selen nije esencijalan element za biljke, biljke obogaćene selenom pokazale su povećanu toleranciju na abiotičke uzročnike stresa. Cink sudjeluje u regulaciji fizioloških funkcija biljaka te ima značajan utjecaj na rast i razvoj biljaka, a time i na prinos. Ciljevi istraživanja jesu ispitati genotipsku specifičnost 100 sorti i 5 divljih srodnika pšenične trave u sadržaju kloroplastnih pigmenata, fenolnih spojeva, flavonoida te antioksidacijske aktivnosti. Također ispitati utjecaj biofortifikacije sjemena ispitivanih genotipova s cinkom i selenom i ispitati utjecaj različitih abiotičkih tipova stresa na sadržaj spomenutih parametara kod pšenične trave te usporediti rezultate antioksidativne aktivnosti u soku pšenične trave utvrđene različitim laboratorijskim metodama. Očekuju se značajne razlike u sadržaju spomenutih parametara između 100 sorti pšenične trave i 5 divljih srodnika. Također pretpostavlja se da će biofortifikacija selenom i cinkom utjecati na sadržaj spomenutih fitokemikalija i antioksidativnu aktivnost. Uzgoj biljaka u kontroliranim uvjetima uz oscilaciju ekoloških faktora rasta izvan granica optimuma za pšeničnu travu, utjecat će na sadržaj spomenutih fitokemikalija te antioksidacijsku aktivnost kod pšenične trave uzgojene iz biofortificiranog zrna. Dobiveni rezultati dati će odgovor u kakvim je ekološkim uvjetima rasta najoptimalnije uzgajati pšeničnu travu za vlastitu konzumaciju, s fitokemikalijama koje su nutritivno najoptimalnije za konzumenta. Istraživanje će biti provedeno sa 100 sorti pšenice iz cijelog svijeta te 5 divljih srodnika. Pšenična trava će se uzgajati u komori u kontroliranim uvjetima te će se 12. dan nakon sjetve, rezati i iz tih listova će se iscijediti sok u sokovniku za pšeničnu travu. Nakon pokusa u kontroliranim uvjetima, sjeme odabranih 9 sorti će se posijati na polju. Vrijeme provedbe biofortifikacije i koncentracije će razlikovati tri tretmana. Nakon žetve pšenice na polju iz dobivenog biofortificiranog zrna uzgojiti će se pšenična trava, ponovno u kontroliranim uvjetima. Otkos pšenične trave će se obaviti 6., 8. i 10. dan te će se ta tri dana pripremati sok i raditi daljnje analize. Ponovno će se ponoviti sjetva biofortificiranog zrna u kontroliranim uvjetima u idealnim ekološkim uvjetima, ali i u stresnim te će 10. dan nakon otkosa pripremiti uzorci za laboratorijske analize. Sadržaj kloroplastnih pigmenata će se određivati metodom prema Holm-u i Wettsteinu, sadržaj fenola prema Folin-Ciocalteu-u i flavonoida prema Ordóñez i sur. Antioksidativna aktivnost će se određivati DPPH i FRAP metodom. Dobiveni rezultati će dati pregled sadržaja kloroplastnih pigmenata, fenola, flavonoida te antioksidativne aktivnosti u 100 sorti i 5 divljih srodnika pšenične trave. Utvrditi će se značajna sortna specifičnost pšenične trave u sadržaju na-

vedenih biološki aktivnih spojeva. Uzgoj odabranih sorti pšenične trave u kontroliranim uvjetima uz oscilaciju ekoloških parametara pokazati će koji su uvjeti najoptimalniji za pojedinu sortu, uz najveći sadržaj ispitivanih bioloških aktivnih spojeva. Ovo istraživanje će pojasniti kako se analizirane komponente ponašaju pri promjenjivim ekološkim uvjetima rasta. Uzgoj biljaka u kontroliranim uvjetima iz biofortificiranog zrna iz poljskog pokusa, pokazati će može li biofortifikacija selenom i cinkom utjecati na sadržaj kloroplastnih pigmenata, fenola i flavonoida u pšeničnoj travi, te jesu li takve biljke otpornije na uvjete abiotskog stresa uz zadržavanje kvalitete nutritivnog sastava. Testiranjem antioksidativne aktivnosti koristeći dvije metode, FRAP i DPPH biti će utvrđeno koja od ovih metoda značajnije korelira sa sadržajem prethodno navedenih spojeva s antioksidativnim djelovanjem. Istraživanje će olakšati korisnicima odabir sorte i uvjeta u kućnom uzgoju kako bi se zadržala optimalna nutritivna vrijednost ovog funkcionalnog dodatka prehrani s ciljem korisnog djelovanja na ljudsko zdravlje.

Ključne riječi: pšenična trava, antioksidativna aktivnost, fenoli, flavonoidi

BIOLOGICALLY ACTIVE COMPONENTS IN WHEATGRASS (*TRITICUM AESTIVUM* L.) GROWN IN CHANGING ECOLOGICAL CONDITIONS

Marija Kristić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Consumer interest grows in functional foods or foods that have a positive impact on human health. Wheatgrass, ie young shoots of wheat, is considered a functional food. Namely, it is a rich source of chloroplast pigments, minerals, vitamins, flavonoids, proteins and amino acids and has a high antioxidant effect. Zinc and selenium are two elements that cause “hidden hunger”, a problem that is being addressed by biofortification. Although selenium is not an essential element for plants, plants enriched with selenium have shown increased tolerance to abiotic stressors. Zinc participates in the regulation of physiological functions of plants and has a significant impact on plant growth and development, and thus on yield. The objectives of the study are to examine the genotypic specificity of 100 varieties and 5 wild relatives of wheatgrass in the content of chloroplast pigments, phenolic compounds, flavonoids and antioxidant activity. Also, to examine the influence of seed biofortification of the studied genotypes with zinc and selenium and examine the influence of different abiotic types of stress on the content of the mentioned parameters in wheatgrass and compare the results of antioxidant activity in wheatgrass juice determined by different laboratory methods. Significant differences in the content of the mentioned parameters are expected between 100 varieties of wheatgrass and 5 wild relatives. It is also assumed that selenium and zinc biofortification will affect the content of said phytochemicals and antioxidant activity. Growing plants in controlled conditions with the oscillation of ecological growth factors outside the optimum limits for wheatgrass will affect the content of these phytochemicals and antioxidant activity in wheatgrass grown from biofortified grain. The obtained results will give an answer in what ecological growth conditions it is optimal to grow wheatgrass for own consumption, with phytochemicals that are nutritionally most optimal for the consumer. The research will be conducted with 100 varieties of wheat from around the world and 5 wild relatives. Wheatgrass will be grown in a chamber under controlled conditions and will be cut on the 12th day after sowing and the juice will be squeezed from these leaves in a wheatgrass juicer. After the experiment under controlled conditions, the seeds of the selected 9 varieties will be sown in the field. The timing of biofortification and concentration will distinguish three treatments. Wheatgrass will be grown after harvesting wheat in the field from the obtained biofortified grain, under controlled conditions. The wheatgrass will be cut on the 6th, 8th and 10th day, and the juice will be prepared and further analyzes will be performed on those three days. The sowing of biofortified grain will be repeated in controlled conditions in ideal ecological conditions, but also in stressful conditions, and on the 10th day after mowing, samples will be prepared for laboratory analyzes. The content of chloroplast pigments will be determined by the method according to Holm and Wettstein, the content of phenol according to Folin-Ciocalteu and flavonoids according to Ordonez et al. Antioxidant activity will be determined by DPPH and FRAP method. The

obtained results will give an overview of the content of chloroplast pigments, phenols, flavonoids and antioxidant activity in 100 varieties and 5 wild relatives of wheatgrass. Significant varietal specificity of wheatgrass in the content of the mentioned biologically active compounds will be determined. The cultivation of selected varieties of wheatgrass in controlled conditions with the oscillation of ecological parameters will show which conditions are the most optimal for each variety, with the highest content of tested biologically active compounds. This research will clarify how the analyzed components behave under changing ecological growth conditions. Growing plants under controlled conditions from biofortified grain from a field experiment will show whether selenium and zinc biofortification can affect the content of chloroplast pigments, phenols and flavonoids in wheatgrass and whether such plants are more resistant to abiotic stress while maintaining nutritional quality. By testing the antioxidant activity using two methods, FRAP and DPPH, it will be determined which of these methods significantly correlates with the content of the aforementioned compounds with antioxidant activity. The research will make it easier for users to choose varieties and conditions in home cultivation in order to maintain the optimal nutritional value of this functional dietary supplement with the aim of beneficial effects on human health.

Key words: wheatgrass, antioxidant activity, phenols, flavonoids

FIZIOLOŠKI ODGOVOR GENOTIPOVA PŠENICE OVISNO O INFEKCIJI *FUSARIUM* VRSTAMA I GNOJIDBI DUŠIKOM

Magdalena Matić, mag. biol.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Fuzarijska palež klasova (engl. *Fusarium head blight*, FHB) je bolest koja može uzrokovati značajne gubitke prinosa i kvalitete pšenice, a uzrokuju je pojedine vrste iz roda *Fusarium*. Na prinos i kvalitetu pšenice može utjecati i neadekvatna i nepravovremena gnojidba dušikom (N). Neadekvatna N gnojidba i napad patogena predstavljaju abiotički i biotički stres za pšenicu. U uvjetima stresa, u tkivu biljaka obično dolazi do brzog nakupljanja reaktivnih kisikovih jedinica (engl. *Reactive Oxygen Species*, ROS). Kako bi se razina ROS-a držala pod kontrolom, biljke su razvile enzimске i neenzimске antioksidacijske mehanizme regulacije ROS-a. U literaturi ne postoji suglasnost o utjecaju N gnojidbe na pojavu i intenzitet FHB-a. Također, do danas je dostupan mali broj istraživanja o utjecaju FHB-a i različite N gnojidbe na oksidacijski i antioksidacijski odgovor pšenice. Ciljevi navedenog istraživanja su: 1. Odrediti sortno-specifični oksidacijski i antioksidacijski odgovor pšenice na FHB i različitu N gnojidbu te odrediti potencijalne biokemijske mehanizme otpornosti pojedinih genotipova pšenice. 2. Utvrditi utjecaj različite N gnojidbe na pojavnost i intenzitet FHB-a te na postotak zaraze zrna pšenice vrstama *Fusarium* spp. 3. Identificirati superiorne sorte pšenice koje će se koristiti u razvoju mapirajućih i oplemenjivačkih populacija za buduća istraživanja. S obzirom na navedene ciljeve, postavljene su sljedeće hipoteze istraživanja: 1. FHB i različita N gnojidba uzrokovat će sortno-specifični oksidacijski i antioksidacijski odgovor pšenice. 2. Različita N gnojidba uzrokovat će značajne razlike u pojavnosti i intenzitetu FHB-a, kao i u postotku zaraze zrna pšenice u ovisnosti o sorti. Poljski će pokus biti postavljen kroz dvije vegetacijske godine na Poljoprivrednom institutu Osijek. Pokus će biti posijan prema split-split plot dizajnu kao kompletni randomizirani blok u dva ponavljanja, kao višefaktorijski pokus s tri glavna faktora: sorta, N gnojidba i tip infekcije (prirodna i umjetna). U istraživanju će se koristiti četiri sorte ozime pšenice različitog podrijetla (Apache, Graindor, Srpanjka i Sofru). Osnovna gnojidba će za sve parcele biti jednaka, a prihrana će uključivati četiri razine dušika: 0, 35, 70 i 140 kg N ha⁻¹. Za inokulaciju pšenice koristit će se konidijska suspenzija dvije vrste roda *Fusarium*, *F. graminearum* (IFA 65) i *F. culmorum*. Za svaku *Fusarium* vrstu, koncentracija konidija će se postaviti na 1×10^6 mL⁻¹. Za svaku će sortu, unutar svakog ponavljanja nasumično biti odabrano 50 klasova za inokulaciju i 50 klasova koji će biti prepušteni prirodnoj infekciji. Simptomi bolesti procijenit će se prema linearnoj skali (0-100%) prema Eppo standardu. Tijekom žetve pšenice ručno će se sakupiti 30 klasova sa svake parcele, te će se odrediti postotak zrna zaraženih vrstama *Fusarium*. Uzorkovanje klasova za određivanje pokazatelja oksidacijskog stresa i antioksidacijskog odgovora, provodit će se sedam dana nakon inokulacije. Od pokazatelja oksidacijskog stresa bit će mjerena razina lipidne peroksidacije (LPO). Antioksidacijski odgovor će biti određen mjerenjem aktivnosti antioksidacijskih enzima katalaze (CAT) i askorbat-peroksidaze (APX), kao i mjerenjem neenzimskih pokazatelja kao što su sadržaj glutationa (GSH), sadržaj ukupnih topljivih fenola te ukupna antiok-

sidacijska aktivnost koja će biti određena FRAP metodom. Navedeno će istraživanje dati detaljniji uvid o utjecaju različite N gnojidbe na pojavu i intenzitet FHB-a pšenice na području Republike Hrvatske. Također će proširiti spoznaje o biokemijskim mehanizmima tolerantnosti pojedinih sorti pšenice na različitu N gnojidbu i pojavu FHB-a. Po prvi puta će se primijeniti metode koje do sada nisu korištene za utvrđivanje oksidacijskog stresa i antioksidacijskog odgovora pšenice na FHB, kao što su metoda za određivanje količine GSH i FRAP metoda. Rezultati koji će proizaći iz navedenog istraživanja bit će originalni i od velikog značaja za daljnja istraživanja na području oplemenjivanja i zaštite bilja. Istraživanje će biti provedeno u okviru projekta Hrvatske zaklade za znanost IP-2016-06-2178 i projekta KK.01.1.1.01.0005 'Bioraznolikost i molekularno oplemenjivanje bilja' Znanstvenog centra izvrsnosti za bioraznolikost i molekularno oplemenjivanje bilja (ZCI CroP-Bio-Div), Zagreb, Hrvatska.

Ključne riječi: pšenica, dušik, *Fusarium spp.*, oksidacijski stres, antioksidacijski odgovor

PHYSIOLOGICAL RESPONSE IN WINTER WHEAT GENOTYPES DEPENDING ON *FUSARIUM* INFECTION AND N FERTILIZATION

Magdalena Matić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Fusarium head blight (FHB) is a disease that may exert an adverse effect on the wheat yield and quality, caused by some species of the genus *Fusarium*. Wheat yield and quality can also be affected by inadequate and untimely use of nitrogen (N) fertilization. Both, inadequate N fertilization and pathogen attacks are the cause of abiotic and biotic stress in wheat. Stress conditions enhance the rapid accumulation of reactive oxygen species (ROS) in plant tissues. However, plants have developed enzymatic and non-enzymatic antioxidant defense mechanisms for controlling ROS levels. There are contradicting results in the literature regarding the effect of N fertilization on FHB incidence and intensity. To date, a scarce amount of research is available on the influence of FHB and different N fertilization on the oxidative and antioxidant response of wheat. The aims of this study are: 1. Determine variety-specific oxidative and antioxidant response of wheat to FHB and different N fertilization and determine potential biochemical mechanisms of resistance of some wheat genotypes. 2. Determine the influence of different N fertilization on the incidence and intensity of FHB and on the percentage of *Fusarium* colonized kernels. 3. Identify superior wheat varieties that will be used for developing mapping and breeding populations in further research. With regard to the stated aims, the following research hypotheses were set: 1. FHB and different N fertilization will cause a variety-specific oxidative and antioxidant response of wheat 2. Depending on the variety, different N fertilization will cause significant differences in the incidence and intensity of FHB, as well as in the percentage of *Fusarium* colonized kernels. The field experiment will be set up during two growing seasons in the experimental field of the Agricultural Institute Osijek. It will be set-up in a split-split-plot design as a complete randomized block in two replications, as a factorial experiment with three main factors: variety, N fertilization levels, and type of infection (natural and artificial). Four varieties of winter wheat of different origins (Apache, Graindor, Srpanjka, and Sofru) will be used. Basic fertilization will be the same for all plots, and top-dressings with N will include four N fertilization levels: 0, 35, 70, and 140 kg N ha⁻¹. The conidial suspension used for artificial inoculation will be a mixture of two *Fusarium* species, *F. graminearum* (IFA 65) i *F. culmorum*. For each *Fusarium* species, a concentration of spores will be set to 1×10^6 mL⁻¹. For each variety, within each replication, 50 spikes will be randomly selected for inoculation and 50 spikes will be left to natural infection. Disease symptoms will be determined on a linear scale (0-100%) according to the EPPO standard. During the harvest, 30 spikes will be manually collected from each plot, and the percentage of *Fusarium* colonized kernels will be determined. A sampling of wheat spikes for determining biomarkers of oxidative stress and antioxidant response will be carried out seven days after inoculation. Lipid peroxidation levels will be measured as biomarkers of oxidative stress. The antioxidant response will be determined by measuring the activity of the antioxidant enzymes catalase (CAT) and

ascorbate peroxidase (APX), as well as by measuring non-enzymatic biomarkers such as glutathione level (GSH), the amount of total soluble phenols, and total antioxidant activity evaluated by FRAP method. This study will provide a more detailed insight into the effects of N fertilization on incidence and intensity of FHB on wheat in the Republic of Croatia. Furthermore, it will expand the knowledge about the biochemical mechanisms of resistance of some wheat varieties to different N fertilization and the incidence of FHB. The method for determining the GSH level and the FRAP assay will be used for the first time to determine oxidative stress and antioxidant response of wheat to FHB. The results will provide valuable insight for further research in the field of plant breeding and plant protection. The study will be conducted within the project of the Croatian Science Foundation IP2016-06-2178 and the project KK.01.1.1.01.0005 'Biodiversity and Molecular Plant Breeding', Centre of Excellence for Biodiversity and Molecular Plant Breeding (CoE CroP-BioDiv), Zagreb, Croatia.

Key words: wheat, nitrogen, *Fusarium spp.*, oxidative stress, antioxidant response

BIOFORTIFIKACIJA LISNATOG POVRĆA SELENOM UZ PRIMJENU NANOBIOTEHNOLOGIJE

Boris Ravnjak, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Biofortifikacija bilja podrazumijeva oplemenjivačke i agronomske postupke obogaćivanja jestivih dijelova biljaka esencijalnim elementima, među kojima je i selen. Nedostatak selena u prehrani značajno utječe na ljudski organizam te ga je zbog toga neophodno unijeti u dovoljnim količinama putem hrane. U novije vrijeme je također potvrđeno da se primijenjen u optimalnim dozama djeluje pozitivno i na rast i razvoj biljaka. Hrvatska pripada regiji koja nema dovoljne količine selena u tlu te ga je zbog toga potrebno nadomjestiti putem različitih dodataka prehrani ili putem biofortifikacije poljoprivrednog bilja. Razvojem i napretkom nanotehnologije, selen postaje dostupan u obliku nanočestica koje imaju specifična biološka, kemijska i fizikalna svojstva. Pojednim istraživanjima je čak potvrđeno da je nanoselen manje toksičan u usporedbi s anorganskim oblicima selena te stoga raste interes za daljnjim istraživanjima. Glavni cilj ovog istraživanja je biofortifikacija lisnatog povrća selenom u obliku nanočestica te njihov učinak na morfo-fiziološke pokazatelje u usporedbi s konvencionalnom biofortifikacijom selenom u obliku selenata u uvjetima tehnologije plutajućeg hidropona što ovo istraživanje čini jedinstvenim u širem znanstvenom okruženju. Ciljevi istraživanja i hipoteza: 1. Razvoj različitih modela biofortifikacije lisnatog povrća selenom - konvencionalni pristup uz primjenu selenata te nanobio tehnološki pristup uz primjenu selenovih nanočestica; 2. Optimizacija proizvodnje lisnatog povrća biofortificiranog selenom u sustavu plutajućeg hidropona; 3. Odabir optimalnog modela biofortifikacije u ovisnosti o obliku i koncentraciji selena za više vrsta lisnatog povrća u cilju zadovoljavanja preporučenog dnevnog unosa selena u ljudski organizam; 4. Utvrđivanje učinka primijenjenih modela biofortifikacije na rast i razvoj tretiranih povrćarskih vrsta; 5. Utvrđivanje učinka primijenjenih modela biofortifikacije sa selenom na antioksidativna svojstva tretiranih povrćarskih vrsta. Na temelju postavljenih ciljeva radne hipoteze su: 1. Različite biljne vrste kao što su špinat, rukola, matovilac ili kres salata spadaju u različite skupine biljaka prema bioakumulaciji i usvajanju selena. Očekuje se različit stupanj usvajanja selena u ovisnosti o biljnoj vrsti kao i njegova translokacija kroz biljku od korijena do lista koji ujedno predstavlja jestivi dio svih navedenih biljaka; 2. Biofortifikacija s različitim kemijskim oblikom selena tj. selenatom ili selen nanočesticama će utjecati na usvajanje i translokaciju selena kroz biljku kod svih ispitivanih vrsta; 3. Biofortifikacija s različitim kemijskim oblikom selena će utjecati na rast i razvoj istraživanih biljnih vrsta, a očekuje se pojačan rast i razvoj biljaka fortificiranih s optimalnom dozom selena; 4. Biofortifikacija s različitim kemijskim oblikom selena će utjecati na promjenu koncentracije pojedinih bioaktivnih komponenata kao što su biljni pigmenti, askorbinska kiselina te na promjenu aktivnosti antioksidacijskih enzima. Materijal i metode: Biofortifikacija lisnatog povrća selenom će biti obavljena pomoću prihrane s kemijski sintetiziranim selen nanočesticama. Dodatno, provest će se prihrana sa selenatom kako bi se usporedio učinak različitog oblika selena na njegovo usvajanje i translokaciju kroz biljku. Oba oblika selena će se primijeniti u četiri različite koncentracije u rasponu od 40 do najviše 1000 $\mu\text{mol m}^{-3}$ hranjive otopine. Lisnato povrće će se uzgajati

u sustavu plutajućeg hidropona u grijanom plasteniku s automatskom kontrolom temperature i prozračivanja. Sjeme lisnatog povrća će se posijati u polistirenske kontejnere punjene vermikulitom uz određeni udio treseta. Nakon pojave 4-5 listova kod navedenih vrsta, kontejneri će se premjestiti na sustav plutajućeg hidropona i to otprilike 15 dana poslije sjetve. Kontejneri će plutati u 9 različitih bazena što odgovara primjeni 4 različite koncentracije u 2 kemijska oblika selena te jednom bazenu s kontrolnim biljkama. Svi bazeni će biti napunjeni s 50% Hoagland-ovom hranjivom otopinom s podešenom pH vrijednošću. Kako bi se utvrdio učinak fortifikacije s različitim kemijskim oblicima selena na rast i razvoj biljaka, odrediti će se mineralni sastav lista i korijena (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn i Se) kao i pokazatelji antioksidativne aktivnosti u jestivim dijelovima biljaka. Lisnato povrće će biti uzorkovano na kraju proizvodnog procesa koje odgovara komercijalnom vremenu berbe. Očekivani znanstveni doprinos: Rezultati dobiveni ovim istraživanjem će po prvi puta prikazati utjecaj i učinak biofortifikacije sa selenom u obliku nanočestica i to na procese rasta i razvoja lisnatog povrća te na promjene aktivnosti enzima i neenzimatskih pokazatelja antioksidativne aktivnosti te će se usporediti s konvencionalnom biofortifikacijom koja podrazumijeva primjenu selena u obliku selenata. Prema tome, podaci dobiveni ovim istraživanjem će imati veliki značaj u primjeni nanotehnologije kao alata u biofortifikaciji poljoprivrednih biljaka namijenjenih za ljudsku ishranu. Također, rezultati će poslužiti kao temelj za sva daljnja istraživanja u području biofortifikacije kao i na području ekotoksikologije budući da posljedice uvođenja određenih vrsta nanomaterijala u proces proizvodnje hrane kao ni njihov utjecaj na rast biljaka nisu dovoljno istražene.

Ključne riječi: Biofortifikacija, selen, nanočestice, lisnato povrće

BIOFORTIFICATION OF LEAFY VEGETABLES WITH SELENIUM USING NANOBIO TECHNOLOGY

Boris Ravnjak

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Introduction: Plant biofortification involves breeding and agronomic procedures for enriching the edible parts of plants with essential elements, including selenium. Selenium deficiency in nutrition significantly affects human health and therefore optimal selenium intake is obligatory. Recently, it has also been confirmed that Se applied in optimal doses has a positive effect on plant growth and development. Croatia belongs to a region that doesn't have a sufficient amount of selenium in the soil and therefore it is necessary to replace it through various dietary supplements or through biofortification of agricultural plants. With the development of nanotechnology, selenium becomes available in the form of nanoparticles that have specific biological, chemical and physical properties. Some studies have even confirmed that nanoselen is less toxic compared to inorganic forms of selenium and therefore there is a growing interest in further research. The main goal of this research is biofortification of leafy vegetables with selenium in the form of nanoparticles and their effect on morpho-physiological indicators compared to conventional biofortification with selenium in the form of selenate in floating hydropon system, which makes this research unique in the wider scientific environment. Aims and hypothesis: 1. Development of different biofortification models of selenium on leafy vegetable - conventional approach with the use of selenate and nanobiotechnological approach with the use of selenium nanoparticles; 2. Optimization of selenium biofortified leafy vegetable production in a floating hydropon system; 3. Selection of the optimal model of biofortification depending on the form and concentration of selenium for different types of leafy vegetables in order to satisfy the recommended daily intake of selenium in the human organism; 4. Determining the effect of applied biofortification models on the growth and development of treated vegetable species; 5. Determining the effect of applied biofortification models with selenium on antioxidant properties of treated vegetable species. Based on the set objectives, the working hypothesis are: 1. Different plant species such as spinach, rocket, corn salad or cress belong to different groups of plants according to the bioaccumulation and uptake of selenium. A different degree of selenium uptake is expected depending on the plant species as well as its translocation through the plant from root to leaf, which also represents the edible part of all these plants; 2. Biofortification with different chemical form of selenium, ie. selenate or selenium nanoparticles will affect on the uptake and translocation of selenium through the plant in all tested species; 3. Biofortification with different chemical form of selenium will affect on the growth and development of the studied plant species, while enhanced growth and development of plants fortified with the optimal dose of selenium is expected; 4. Biofortification with different chemical form of selenium will affect on the change in the concentration of certain bioactive components such as plant pigments, ascorbic acid and the change in the activity of antioxidant enzymes. Material and Methods: Biofortification of leafy vegetables with selenium will be performed using supplementation with chemically synthesized selenium nanoparticles. Additionally, supplementation with selenate will be perfor-

med to compare the effect of different forms of selenium on its uptake and translocation through the plant. Both forms of selenium will be applied in four different concentrations ranging from 40 to a maximum of 1000 μmol of m^{-3} nutrient solution. Leafy vegetables will be grown in a floating hydroponic system in a heated greenhouse with automatic temperature and ventilation control. Leafy vegetable seeds will be sown in polystyrene containers filled with vermiculite with a certain amount of peat. After the appearance of 4-5 leaves in these species, the containers will be moved to a floating hydroponic system approximately 15 days after sowing. The containers will float in 9 different pools which corresponds to the application of 4 different concentrations of 2 chemical forms of selenium and one pool with control plants. All pools will be filled with 50 % pH-adjusted Hoagland nutrient solution. In order to determine the effect of fortification with different chemical forms of selenium on plant growth and development, the mineral composition of leaves and roots (N, P, K, Ca, Mg, Fe, Mn, Zn and Se) as well as indicators of antioxidant activity in edible parts of plants will be determined. Leafy vegetables will be sampled at the end of the production process corresponding to the commercial harvest time. Expected scientific contribution: The results obtained by this study will for the first time show the impact and effect of biofortification with selenium in the form of nanoparticles on the processes of growth and development of leafy vegetables and on changes in enzyme activity and non-enzymatic indicators of antioxidant activity and will be compared with conventional selenium. Therefore, the data obtained by this research will be of great importance in the application of nanotechnology as a tool in the biofortification of agricultural plants intended for human consumption. Also, the results will serve as a basis for all further research in the field of biofortification as well as in the field of ecotoxicology since the consequences of the introduction of certain types of nanomaterials in the food production process and their impact on plant growth have not been sufficiently investigated.

Key Words: Biofortification, selenium, nanoparticles, leafy vegetables

OBOGAĆIVANJE JAJA S N-3 POLINEZASIĆENIM MASNIM KISELINAMA I UTJECAJ KONZUMACIJE JAJA NA LJUDSKO ZDRAVLJE

Ana Zelić, mag. ing. agr.

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Jaja su izvor kvalitetnih proteina, masti, vitamina i mikroelemenata. Miranda i sur. (2015.) navode da 100 g jestivog dijela jajeta sadrži: vode 74,5 g, proteina 12,1 g, ugljikohidrata 0,68 g, masti 12,1 g, zasićenih masnih kiselina (SFA) 3,3 g, mononezasićenih masnih kiselina (MUFA) 4,9 g, polinezasićenih masnih kiselina (PUFA) 1,8 g, kolesterola 410 mg i 162 kcal energije. Učestala su istraživanja vezana uz promjene profila masnih kiselina, obogaćivanje s n-3 PUFA, kao i različitim vitaminima i mikroelementima. Takva jaja imaju povoljan utjecaj na zdravlje ljudi, a antioksidativni sastojci utječu na produženje svježine jaja tijekom uskladištenja. Rezultati brojnih znanstvenih studija ukazuju da unos n3 PUFA osigurava potencijalne zdravstvene dobrobiti u smanjenju rizika od kardiovaskularnih bolesti, bolesti središnjeg živčanog sustava, mentalnih i upalnih bolesti (Vranešić Bender, 2011., Fraeye i sur., 2012.). Hranidba nesilica s ribljim i lanenim uljem utječe na deponiranje masnih kiselina iz hrane u žumanjke jaja što ih čini potencijalnim izvorom n-3 PUFA (Cachaldora i sur., 2006.; Škrtić i sur., 2006.). Cilj istraživanja: Obogatiti jaja s n-3 PUFA: a-linolenskom (ALA), eikozapentaenskom (EPA), dokozaheksaenskom (DHA) i ustanoviti fizikalno-kemijska svojstva jaja. Potrebno je istražiti senzorna svojstva jaja obogaćenih s n-3 PUFA te ispitati utjecaj konzumacije obogaćenih jaja na ljudsko zdravlje. Pretpostavka je da će se odabranim hranidbenim tretmanima proizvesti jaja obogaćena s n-3 PUFA zadovoljavajuće kvalitete, da će hranidbeni tretmani povoljno utjecati na smanjenje omjera n-6/n-3 PUFA u jajima, da će obogaćena jaja biti prihvatljiva konzumentima i da će konzumacija jaja obogaćenih n-3 PUFA pozitivno djelovati na ljudski organizam tijekom kliničkih ispitivanja. U cilju obogaćivanja jaja s n-3 PUFA provodit će se zootehnička istraživanja na farmi s nesilicama Tetra-SL hibrida (n=180). Nesilice će biti podijeljene u 3 skupine: K (kontrola), P1 (1,5% riblje ulje i 3,5% laneno ulje) te P2 (2% ribljeg ulja i 3% lanenog ulja). Pokusno razdoblje na farmi trajat će 30 dana. Fizikalno-kemijska svojstva jaja: Istražit će se pokazatelji koji determiniraju kvalitetu i svježinu jaja: masa jaja, žumanjka i bjelanjka, masa, čvrstoća i debljina ljuske, indeks oblika, pH vrijednosti bjelanjka i žumanjka, visina bjelanjka, boja žumanjka, Haugh jedinice (HJ), profil masnih kiselina i TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) vrijednosti u žumanjcima. Pokazatelji svježine jaja utvrdit će se u 3 termina: na svježim jajima i na jajima skladištenim 14 i 28 dana u hladnjaku. Fizikalno-kemijske analize odradit će se na 75 jaja po skupini, od čega na 25 svježih jaja, 25 jaja čuvanih 14 dana te na 25 jaja čuvanih 28 dana. Oksidacija lipida u žumanjcima svježih i skladištenih jaja prikazat će se određivanjem TBARS vrijednosti. Za potrebe određivanja oksidacije ukupno će se koristiti 36 jaja (12 po skupini). Prema metodi Csapo i sur. (1987.) utvrdit će se profil masnih kiselina na svježim jajima, koristit će se ukupno 36 jaja. Senzorna ispitivanja: Provest će se uporabom triangl testa i hedonističkog testa dopadljivosti. Dobiveni podaci iz triangl testa obradit će se izračunom statističke značajnosti bazirane na broju točnih odgovora. Podaci dobiveni hedoni-

stičkim testom obradit će se primjenom programa SAS Studio University Edition 3.71 (SAS Institute, 2018). Klinička ispitivanja: Hranidbeni tretman kojim će se efikasnije obogatiti jaja s n-3 PUFA upotrijebit će se za klinička ispitivanja na volonterima. Ispitanici će biti podijeljeni u dvije skupine: kontrolnu i pokusnu. Svaka skupina sastojat će se od 20 ispitanika, 10 muških i 10 ženskih. Ispitanici će konzumirati jaja kroz tri tjedna u količinama da bi unijeli 500 mg n-3 PUFA dnevno. Uzorkovanje venske krvi provest će se u dva navrata, na početku i na kraju razdoblja od tri tjedna konzumacije jaja. Uzorak krvi koristit će se za profil lipida iz seruma (ukupni kolesterol, HDL kolesterol, LDL kolesterol i trigliceridi). Odredit će se profil masnih kiselina iz seruma, glukoza na tašte, CRP pomoću standardnih laboratorijskih metoda u centralnom laboratoriju KBC Osijek. Također će se odrediti apoproteini B i E te fibrinogen i sedimentacija eritrocita. Očekivani znanstveni doprinos: Eksperimentalni rezultati dobiveni ovim istraživanjem poslužit će kao znanstvena osnova pri odabiru krmiva za sastavljanje smjesa kojima se može postići povećanje sadržaja n-3 u jajima. Zdravstvena potvrda o korisnosti jaja obogaćenih s n-3 PUFA u kliničkim ispitivanjima omogućit će da se ona mogu deklarirati na tržištu kao novi funkcionalni proizvod.

Ključne riječi: kokošije jaje, n-3 PUFA, funkcionalna hrana

Napomena: Svi rezultati predviđeni u ovoj disertaciji dio su aktivnosti koje se provode u projektu Znanstveni centar izvrsnosti za personaliziranu brigu o zdravlju, KK.01.1.1.01.0010

ENRICHMENT OF EGGS WITH N-3 POLYUNSATURATED FATTY ACIDS AND THE IMPACT OF EGG CONSUMPTION ON HUMAN HEALTH

Ana Zelić

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek,
Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek

Eggs are a source of quality proteins, fats, vitamins and microelements. Miranda et al. (2015) state that 100 g of edible part of egg contains: water 74.5 g, protein 12.1 g, carbohydrate 0.68 g, fat 12.1 g, saturated fatty acids (SFA) 3.3 g, monounsaturated fatty acids acid (MUFA) 4.9 g, polyunsaturated fatty acids (PUFA) 1.8 g, cholesterol 410 mg and 162 kcal energy. There have been frequent studies related to changes in the fatty acid profile, enrichment with n-3 PUFA, as well as various vitamins and trace elements. Such eggs have a beneficial effect on human health, and antioxidant ingredients affect the prolongation of egg freshness during storage. The results of numerous scientific studies indicate that the intake of n3 PUFA provides potential health benefits in reducing the risk of cardiovascular disease, central nervous system disease, mental and inflammatory diseases (Vranešić Bender, 2011, Fraeye et al., 2012). Feeding laying hens with fish and flaxseed oil affects the deposition of fatty acids from food into egg yolks making them a potential source of n-3 PUFA (Cachaldora et al., 2006; Škrtić et al., 2006). Aim of the research: To enrich eggs with n-3 PUFA: α -linolenic (ALA), eicosapentaenoic (EPA), docosahexaenoic (DHA) and to establish physicochemical properties of eggs. It is necessary to investigate the sensory properties of eggs enriched with n-3 PUFA and to examine the impact of consumption of enriched eggs on human health. It is assumed that the selected feed treatments will produce eggs enriched with n-3 PUFA of satisfactory quality, that feed treatments will favorably reduce the ratio of n-6 / n-3 PUFA in eggs, that enriched eggs will be acceptable to consumers and that consumption eggs enriched with n-3 PUFA have a positive effect on the human body during clinical trials. In order to enrich the eggs with n-3 PUFA, zootechnical research will be conducted on a farm with laying hens of Tetra-SL hybrids (n = 180). Laying hens will be divided into 3 groups: K (control), P1 (1.5% fish oil and 3.5% linseed oil) and P2 (2% fish oil and 3% linseed oil). The trial period on the farm will last 30 days. Physico-chemical properties of eggs: Indicators that determine the quality and freshness of eggs will be investigated: egg weight, egg yolk and egg white, weight, strength and thickness of the shell, shape index, pH value of egg white and yolk, egg white height, egg yolk color, Haugh units (H) , fatty acid profile and TBARS (Thiobarbituric Acid Reactive Substances) values in egg yolks. Egg freshness indicators will be determined in 3 terms: on fresh eggs and on eggs stored for 14 and 28 days in the refrigerator. Physico-chemical analyzes will be performed on 75 eggs per group, of which 25 fresh eggs, 25 eggs stored for 14 days and 25 eggs stored for 28 days. Lipid oxidation in the yolks of fresh and stored eggs will be shown by determining the TBARS value. A total of 36 eggs (12 per group) will be used to determine oxidation. According to the method of Csapo et al. (1987) the fatty acid profile on fresh eggs will be determined, a total of 36 eggs will be used. Sensory testing: It will be conducted using a triangle test and a hedonistic likeability test. The data obtained from the triangle test will be processed by calculating statistical significance based on the

number of correct answers. Data obtained by the hedonistic test will be processed using SAS Studio University Edition 3.71 (SAS Institute, 2018). Clinical trials: A nutritional treatment that will more effectively enrich eggs with n-3 PUFA will be used for clinical trials on volunteers. Subjects will be divided into two groups: control and experimental. Each group will consist of 20 respondents, 10 male and 10 female. Subjects will consume eggs for three weeks in amounts to ingest 500 mg of n-3 PUFA per day. Venous blood sampling will be performed on two occasions, at the beginning and at the end of the three-week egg consumption period. A blood sample will be used to profile the serum lipids (total cholesterol, HDL cholesterol, LDL cholesterol, and triglycerides). The profile of fatty acids from serum, fasting glucose, CRP will be determined using standard laboratory methods in the central laboratory of KBC Osijek. Apoproteins B and E as well as fibrinogen and erythrocyte sedimentation rate will also be determined. Expected scientific contribution: The experimental results obtained by this research will serve as a scientific basis for the selection of feed for the composition of mixtures that can achieve an increase in the content of n-3 in eggs. Health confirmation of the usefulness of eggs enriched with n-3 PUFA in clinical trials will allow them to be declared on the market as a new functional product.

Key words: chicken egg, n-3 PUFA, functional food

Note: All results provided in this dissertation are part of the activities carried out in the project Scientific Center of Excellence for Personalized Health Care, KK.01.1.1.01.0010

<http://www.fazos.unios.hr>

