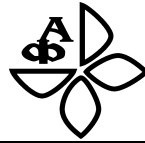




UNIVERZITET U  
Kragujevcu  
AGRONOMSKI FAKULTET U  
ČAČKU



UNIVERSITY OF  
Kragujevac  
FACULTY OF  
AGRONOMY  
ČAČAK

---

# XXVII SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI

sa međunarodnim učešćem

- ZBORNİK RADOVA -



---

Čačak, 25 - 26. mart 2022. godine

# **XXVII SAVETOVANJE O BIOTEHNOLOGIJI**

**sa međunarodnim učešćem**

**- Zbornik radova -**

## **ORGANIZATOR I IZDAVAČ**

**Univerzitet u Kragujevcu,  
Agronomski fakultet u Čačku**

### **Organizacioni odbor**

Dr Duško Brković, prof. dr Biljana Veljković, dr Mirjana Radovanović,  
dr Marko Petković, dipl. inž. Radmila Ilić, dipl. inž. Dušan Marković

### **Programski odbor**

Prof. dr Vladimir Kurćubić, prof. dr Tomo Milošević, prof. dr Leka Mandić, prof. dr Vladeta Stevović, prof. dr Drago Milošević, prof. dr Snežana Bogosavljević-Bošković, prof. dr Radojica Đoković, prof. dr Milomirka Madić, prof. dr Aleksandar Paunović, prof. dr Milena Đurić, prof. dr Goran Dugalić, prof. dr Milun Petrović, prof. dr Biljana Veljković, prof. dr Gordana Šekularac, prof. dr Mlađan Garić, dr Goran Marković, dr Gorica Paunović, prof. dr Tomislav Trišović, prof. dr Snežana Tanasković, dr Pavle Mašković, dr Jelena Mašković, dr Jelena Mladenović, dr Vladimir Dosković, dr Ivan Glišić, dr Dragan Vujić, dr Marko Petković, dr Nemanja Miletić, dr Igor Đurović, dr Simeon Rakonjac, dr Dalibor Tomić, dr Marija Gavrilović, dr Mirjana Radovanović

### **Tehnički urednici**

Prof. dr Biljana Veljković, dipl. inž. Dušan Marković

**Tiraž:** 110 primeraka

### **Štampa**

Štamparija Birograf Comp, 11080 Beograd

Godina izdavanja, 2022.

## **PREDGOVOR**

Poljoprivreda je primarna i strateška delatnost koja obezbeđuje prehrambenu sigurnost, stabilnost tržišta hrane i štiti životni standard stanovništva. Svedoci smo da je u kriznim situacijama u zemlji poljoprivreda odgovorila svom zadatku i bila glavni oslonac u snabdevanju tržišta prehrambenim proizvodima. Proizvodnjom dovoljnih količina zdravstveno bezbedne hrane omogućava se razvoj radno sposobnog stanovništva koje aktivno učestvuje u ekonomskom razvoju društva. Specifični uslovi u kojima se poljoprivreda razvija zahtevaju konkretne ekonomske mere podrške i subvencije države za očuvanje domaće poljoprivrede. Planiranim investicijama u poljoprivredi uvođenjem savremene tehnologije i efikasne organizacije u proizvodnji i prometu smanjuju se ekonomski i tržišni rizici, a samim tim omogućavaju stabilni uslovi poslovanja. Razvoj poljoprivrede se mora bazirati na multifunkcionalnom povezivanju sa ostalim delatnostima (prehrambenom industrijom, trgovinom, turizmom i td.)

Poljoprivredna nauka i struka prati i proučava promene koje se dešavaju u ovoj oblasti ukazuje na aktuelne probleme poljoprivredne prakse i pronalazi rešenja. Agronomski fakultet u Čačku, pored edukacije studenata, svake godine tradicionalno već dvadeset sedmi put, organizuje i Savetovanje o biotehnologiji. Osnovni cilj Savetovanja je upoznavanje šire naučne i stručne javnosti sa rezultatima najnovijih naučnih istraživanja, domaćih i inostranih naučnika iz oblasti osnovne poljoprivredne proizvodnje i prerade hrane, kao i zaštite životne sredine.

U Zborniku radova XXVII Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, predstavljeno je ukupno 84 rada iz oblasti Ratarstva, povrtarstva i krmnog bilja, Voćarstva i vinogradarstva, Zootehnike, Zaštite bilja, proizvoda i životne sredine i Prehrambene tehnologije.

Ministarstvu prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije i Gradu Čačku kao glavnim pokroviteljima dugujemo veliku zahvalnost što su pomogli kao i svake godine da se ovo Savetovanje održi. Zahvaljujemo privrednicima i svim dugogodišnjim prijateljima Agronomskog fakulteta što su nam pružili materijalnu i organizacionu podršku.

Bavljenje poljoprivredom pored ekonomije i biznisa je i socijalna plemenita delatnost, s obzirom da zadovoljava osnovnu nasušnu potrebu ljudi za hranom. Poljoprivredni proizvođači zaslužuju ugled i poštovanje u društvu i treba im omogućiti da pristojno žive od svoga rada, a društvo bi to trebalo da prepozna.

U Čačku, marta 2022. godine

Programski i Organizacioni odbor  
XXVII Savetovanja o biotehnologiji



## SADRŽAJ

### **Sekcija: Ratarstvo, povrtarstvo i krmno bilje**

<i>Desimir Knežević, Aleksandar Paunović, Vesna Djurović, Svetlana Roljević Nikolić, Danica Mićanović, Milomirka Madić, Mirjana Menkovska, Veselinka Zečević: POBOLJŠANJE KVALITETA PŠENICE ZA ISHRANU LJUDI.....</i>	11
<i>Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Gordana Dozet, Marija Bajagić, Dragana Miljaković, Jelena Marinković: UTICAJ GODINE I SORTE SOJE NA BROJ I MASU ZRNA PO BILJCI.....</i>	21
<i>Gorica Cvijanović, Vojin Đukić, Marija Bajagić, Vesna Stepić, Vojin Cvijanović, Nenad Đurić, Gordana Dozet: UTICAJ INOKULACIJE SEMENA NS NITRAGINOM NA PRINOS SOJE.....</i>	27
<i>Dalibor Tomić, Vladeta Stevović, Dragan Đurović, Milomirka Madić, Miloš Marjanović, Nenad Pavlović: ALTERNATIVNI NAČINI SNABDEVANJA VIŠEGODIŠNJIH KRMNIH LEGUMINOZA FOSFOROM.....</i>	33
<i>Mirjana Jovovic, Verica Prodanovic, Aleksandra Govedarica -Lucic, Zoranka Malesevic: EFFECT OF APPLAYING OF HUMIC ACID ON SEEDLING GROWTH OF TOMATO (Lycopersicon esculentum L.) .....</i>	39
<i>Nataša Bezarević, Biljana Veljković, Goran Dugalić, Ranko Koprivica, Miloš Marjanović, Bratislav Mijailović: KALKULACIJA PROIZVODNJE KROMPIRA NA GAZDINSTVU U USLOVIMA DRAGAČEVA.....</i>	45
<i>Vesna Milić, Igor Đurđić, Branka Govedarica, Tatjana Krajišnik, Slavica Samardžić Gordana Radovanović: KARAKTERIZACIJA STARIH RATARSKIH SORTI TREBINJSKOG KRAJA.....</i>	51
<i>Milena Simić, Vesna Dragičević, Milan Brankov, Miodrag Tolimir, Života Jovanović: KOMBINOVANA PRIMENA PLODOREDA I HERBICIDA ZA UNAPREĐENJE SUZBIJANJA KOROVA U KUKURUZU.....</i>	59
<i>Miloš Marjanović, Dalibor Tomić, Mirjana Radovanović, Vesna Đurović, Vladeta Stevović, Aleksandar Paunović, Nenad Pavlović: KOMPONENTE PRINOSA SEMENA GENOTIPOVA OBIČNE TIKVE.....</i>	67
<i>Ranko Koprivica, Biljana Veljković, Marija Gavrilović, Almir Muhović, Dragan Terzić, Dragoslav Đokić: PRIMENA OPTIMALNE METODE ZA OBRAČUN AMORTIZACIJE TRAKTORA I KOMBAJNA.....</i>	73
<i>Branka Govedarica: PRINOS ODABRANIH SORTI KROMPIRA GAJENIH U RAZLIČITIM AGROEKOLOŠKIM USLOVIMA.....</i>	79
<i>Milomirka Madić, Dragan Đurović, Aleksandar Paunović, Vladeta Stevović, Dalibor Tomić: PRINOS ZRNA, VISINA BILJKE I OTPORNOST NA POLEGANJE LINIJA PŠENICE.....</i>	87
<i>Markola Saulić, Ivica Đalović, Dragana Božić, Sava Vrbničanin: PROCENA AKTIVNE REZERVE SEMENA KOROVSKIH BILJAKA U ZEMLJIŠTU.....</i>	93

<i>Marina Crnković, Jovana Šućur, Đorđe Malenčić, Suzana Jovanović-Šanta: PROCENA OKSIDATIVNOG STRESA KUKURUZA I SUNCOKRETA TRETIRANIH HOLNOM KISELINOM U RAZLIČITIM MEDIJUMIMA – SKRINING TEST.....</i>	99
<i>Valentina Nikolić, Marijana Simić, Slađana Žilić, Natalija Kravić, Vojka Babić, Milomir Filipović, Jelena Srdić: SUITABILITY OF THE SELECTED LOCAL MAIZE HYBRIDS FOR SILAGE PRODUCTION.....</i>	105
<i>Gordana Dozet, Vojin Đukić, Jegor Miladinović, Zlatica Mamlić, Gorica Cvijanović, Snežana Jakšić, Olga Kandelinskaja: UTICAJ FOLIJARNE PRIMENE NPK ĐUBRIVA SA MIKROELEMENTIMA I EFEKTIVNIH MIKROORGANIZAMA NA PRINOS SOJE.....</i>	111
<i>Violeta Mickovski Stefanović, Dragana Stanisavljević, Jasmina Bačić: UTICAJ GENOTIPA I LOKALITETA NA SADRŽAJ OLOVA U STABLU PŠENICE U FAZI PUNE ZRELOSTI.....</i>	117
<i>Đorđe Lazarević, Vladeta Stevović, Jasmina Radović, Dalibor Tomić, Jordan Marković, Mladen Prijović, Vladimir Zornić: UTICAJ INOKULACIJE NA KVALITET FERMENTACIJE I HEMIJSKI SASTAV SILAŽE LUCERKE.....</i>	123
<i>Dušan Marković, Uroš Pešović, Slađana Đurašević, Mihailo Knežević, Dalibor Tomić, Vladeta Stevović: LORA (LONG-RANGE) TEHNOLOGIJA U PRECIZNOJ POLJOPRIVREDI.....</i>	129
<i>Vladimir Zornić, Mirjana Petrović, Snežana Anđelković, Snežana Babić, Dejan Sokolović, Zoran Lugić, Jordan Marković: UTICAJ MINERALNIH ĐUBRIVA NA FLORISTIČKI SASTAV I PRINOS TRAVNE ZAJEDNICE FESTUCO-NARDETUM STRICTAE SUBALPINUM.....</i>	137
<i>Alma Memić, Aleksandra Govedarica-Lučić, Vedrana Komlen, Aida Šukalić: UTICAJ NAČINA ĐUBRENJA NA LJEKOVITA SVOJSTVA PERŠUNA.....</i>	143
<i>Pašić Sanid , Lavić Dževad: PRINOS SALATE „SHANGORE“ UZ UPOTREBU RAZLIČITIH NAČINA ISHRANE I NASTIRANJA ZEMLJIŠTA.....</i>	149
<b><u>Sekcija: Voćarstvo i vinogradarstvo</u></b>	
<i>Nebojša Novković, Nataša Vukelić, Beba Mutavdžić, Tihomir Novaković, Dragana Tekić, Veljko Šarac: ANALIZA I PREDVIĐANJE PROIZVODNIH OBELEŽJA ŠLJIVE U SRBIJI.....</i>	155
<i>Nebojša Milošević, Ivana Glišić, Milena Đorđević, Sanja Radičević, Slađana Marić: UTICAJ NOVIH VEGETATIVNIH PODLOGA NA BUJNOST, PRINOS I POMOLOŠKE OSOBINE SORTI ŠLJIVE 'ČAČANSKA LEPTICA' I 'JOJO'.....</i>	161
<i>Mlađan Garić, Vera Vukosavljević, Zoran Bosiočić: PRINOS I KVALITET GROŽĐA SORTE KABERNE SOVINJON U OPLENAČKOM VINOGRORJU.....</i>	173
<i>Nedim Badžak, Mirjana Radović, Jasmina Aliman, Mirko Kulina, Jasna Hasanbegović Sejfić, Aleksandra Šupljeglav Jukić: FIZIČKE OSOBINE PLODA SORTI TREŠNJE NA PODLOZI GISELA 6 .....</i>	179
<i>Tatjana Jovanović-Cvetković, Dragutin Mijatović, Ivana Radojević, Danijela Starčević: RODNOST STONIH SORTI INTERSPECIES HIBRIDA U USLOVIMA BANJALUČKE REGIJE.....</i>	187

## **Sekcija: Zootehnika**

- Alexandr D. Lukyanov, Danila Yu. Donskoy, Miroslav A. Vernezi, Maria S. Mazanko, Svetlana G. Studennikova:* EXPERIENCE IN DEVELOPING MODELS OF ARTIFICIAL GASTROINTESTINAL TRACTS OF ANIMALS..... 193
- Nikolija Gligović, Vladan Bogdanović, Radica Đedović, Dragan Stanojević, Krstina Zeljić:* UTICAJ ODGAJIVAČKIH USLOVA NA VARIJABILNOST MIKROKLIMATSKIH PARAMETARA U OBJEKTIMA ZA DRŽANJE MLEČNIH KRAVA U REPUBLICI SRBIJI..... 199
- Goran Mirjanić, Nebojša Nedić, Lejla Biber:* UTICAJ SEZONE I RAZLIČITE PRIHRANE ZIMSKIH PČELA NA POVRŠINU SAKUPLJENOG POLENA..... 207
- Simeon Rakonjac, Snežana Bogosavljević-Bošković, Vladimir Dusković, Miloš Lukić, Zdenka Škrbić, Veselin Petričević, Milun D. Petrović:* UTICAJ SISTEMA GAJENJA I GENOTIPA KOKOŠI NOSILJA NA SADRŽAJ HOLESTEROLA U JAJIMA..... 213
- Radojica Đoković, Marko Cincović, Milun Petrović, Miloš Petrović, Boban Jašović, Biljana Anđelić Miroslav Lalović:* DIJAGNOZA KETOZE KOD MLEČNIH KRAVA..... 219
- Vladimir Dusković, Snežana Bogosavljević-Bošković, Zdenka Škrbić, Božidar Milošević, Miloš Lukić, Simeon Rakonjac, Veselin Petričević:* ENZIMI U ISHRANI BROJLERA..... 229
- Boban Jašović, Radojica Đoković, Bisa Radović, Jovan Stojković, Božidar Milošević, Miloš Petrović:* KOMPARACIJA PORODNE MASE JAGNJADI SJENIČKE PRAMENKE SA RAZLIČITIH LOKALITETA RAŠKE OBLASTI..... 237
- Miloš Petrović, Radojica Đoković, Milun D. Petrović, Branislava Belić, Jože Starič, Miodrag Radinović, Jašović Boban, Miroslav Lalović, Marko Cincović:* METABOLIČKI STRES KOD MLEČNIH KRAVA U RANOJ LAKTACIJI – OPŠTE KARAKTERISTIKE..... 243
- Radojica Đoković, Marko Cincović, Milun Petrović, Miloš Petrović, Boban Jašović, Biljana Anđelić, Miroslav Lalović:* ŠEPAVOST MLEČNIH KRAVA - UZROCI, OBLICI, TRETMAN.. 249
- Milun Petrović, Snežana Bogosavljević-Bošković, Vladan Bogdanović, Radojica Đoković, Simeon Rakonjac, Miloš Petrović:* SISTEM GAJENJA I PROIZVODNJE U ORGANSKOM SVINJARSTVU..... 257
- Talija Hristovska, Kosta Petrović, Marko Cincović, Branislava Belić, Maja Došenović Marinković, Radojica Đoković, Miloš Petrović, Dražen Kovačević:* UTICAJ APLIKACIJE NIACINA NA VREDNOST NJEGOVIH VITAMERA U KRVI KRAVA U RANOJ LAKTACIJI... 263
- Nenad Đorđević, Bojan Stojanović, Aleksa Božičković, Blagoje Stojković, Dušica Radonjić:* UTICAJ LIPOLITIČKIH PROMENA U SILAŽI NA SADRŽAJ POLINEZASIĆENIH MASNIH KISELINA U MLEČNOJ MASTI PREŽIVARA..... 269
- Milun Petrović, Snežana Bogosavljević-Bošković, Radojica Đoković, Simeon Rakonjac, Miloš Petrović, Halid Žigic:* UTICAJ NEGENETSKIH FAKTORA NA MASU JAGNJADI PRI ROĐENJU, SA 30 I 90 DANA STAROSTI KOD SJENIČKE PRAMENKE..... 277

## **Sekcija: Zaštita bilja, proizvoda i životne sredine**

- Gorica Đelić, Aleksandra Mitrović, Duško Brković, Goran Marković, Milica Pavlović:* ETNOBOBANIČKI PREGLED TRADICIONALNOG KORIŠĆENJA BILJAKA BANATSKOG, ŠUMADIJSKOG I ZLATIBORSKOG OKRUGA..... 285

<i>Snežana Branković, Radmila Glišić, Duško Brković, Gorica Đelić, Filip Grbović, Vera Rajičić, Maja Marin, Marijana Vasić, Jelena Bogosavljević: BIOAKUMULACIONI I TRANSLOKACIONI POTENCIJAL VRSTE <i>HOLCUS LANATUS</i> L. NA JALOVIŠTU RUDNIK DOO „RUDNIK“.....</i>	291
<i>Duško Brković, Snežana Branković, Gorica Đelić, Goran Marković, Filip Grbović: ANALIZA ŽIVOTNIH FORMI FLORE BRDSKO-PLANINSKOG PODRUČJA SEVEROZAPADNE SRBIJE I ŠUMADIJE.....</i>	297
<i>Jelena Popović-Djordjević, Goran Marković, Vibor Roje, Beka Sarić, Jelena Mutić: EVALUATION OF IRON AND MANGANESE IN WATER FROM DELIBLATO SANDS AREA .....</i>	303
<i>Filip Grbović, Gordana Gajić, Snežana Branković Zoran Simić, Andrija Ćirić, Danijela Mišić, Marina Topuzović: MOGUĆNOSTI I RIZICI PRIMENE INVAZIVNIH DRVENASTIH VRSTA U OBNOVI VEGETACIJE NA DEGRADIRANIM STANIŠTIMA.....</i>	309
<i>Ivana Pajčin, Vanja Vlajkov, Selena Dmitrović, Aleksandar Jokić, Mila Grahovac, Jelena Dodić, Jovana Grahovac: DISTILLERY FRUIT WASTE AS A SUBSTRATE FOR BIOCONTROL AGENTS PRODUCTION.....</i>	315
<i>Žiko Milanović, Marko Antonijević, Svetlana Jeremić, Jelena Đorović Jovanović, Dejan Milenković: NAPREDNI PROCESI OKSIDACIJE HLORFENOLNIH JEDINJENJA IZ OTPADNIH VODA-KINETIČKA DFT STUDIJA.....</i>	321
<i>Gorica Đelić, Zoran Simić, Milan Stanković, Snežana Branković, Tatjana Jakšić, Predrag Vasić, Milica Pavlović, Anđelka Popadić: POTENCIJAL BIOAKUMULACIJE I TRANSLOKACIJE Pb i Cr U BILJNIM VRSTAMA KOJE RASTU NA JALOVIŠTU.....</i>	327
<i>Avdul Adrović, Edina Hajdarević, Alen Bajrić, Ernad Kucalović: BIODIVERZITET VODOZEMACA (KLASA: AMPHIBIA) SJEVEROISTOČNE BOSNE.....</i>	333
<i>Milica Mačkić, Vojislava Bursić, Gorica Vuković, Tijana Stojanović, Dušan Marinković, Aleksandra Petrović, Nikola Puvača, Snežana Tanasković: DEVELOPMENT AND VALIDATION OF A RELIABLE LC-MS/MS METHOD FOR THE QUANTITATIVE ANALYSIS OF PESTICIDE RESIDUES IN SOIL.....</i>	339
<i>Branka Uzelać, Dragana Stojičić, Snežana Budimir, Svetlana Tošić, Bojan Zlatković, Saša Blagojević, Branislav Manić, Mirjana Janjanin, Violeta Slavkovska: ESSENTIAL OILS AS POTENTIAL BIOCONTROL PRODUCTS AGAINST PLANT PATHOGENS AND WEEDS: IN VITRO CULTURE APPROACH.....</i>	345
<i>Dejana Stanić: FENOLOGIJA I MONITORING INSEKATA U ZASADIMA KRUŠKE NA PODRUČJU ISTOČNOG SARAJEVA.....</i>	351
<i>Bogdan Garalejić, Helena Majstorović, Maja Sudimac, Miloš Pavlović, Vladimir Čolović: FIZIČKE OSOBINE ZEMLJIŠTA U FUNKCIJI TIPA ZEMLJIŠTA NA TERITORIJI GRADA PANČEVA.....</i>	359
<i>Jelena M. Mašković, Nenad Kuč, Goran Marković, Vladimir Kurćubić: HEMIJSKE ANALIZE OTPADNE VODE MLEKARE „ KUĆ KOMPANI“ .....</i>	365
<i>Milica Vranešević, Atila Bezdan, Boško Blagojević, Gordana Šekularac, Radovan Savić, Miroljub Aksić: HIDROHEMIJSKA OCENA KVALITETA VODE ZA NAVODNJAVANJE U BANATU, SRBIJA.....</i>	371



<i>Zorana Đekanović, Duška Delić, Vojo Radić, Aleksandra Šmitran, Nevena Jokić, Relja Suručić, Ranko Škrbić: IN VITRO TRIAL FOR ANTIMICROBIAL ACTIVITY OF INDUSTRIAL HEMP EXTRACTS.....</i>	377
<i>Dragutin Đukić, Leka Mandić, Monika Stojanova, Vesna Đurović, Bojana Trifunović: INFICIRANJE HIDROBIONATA SA POTENCIJALNO PATOGENIM MIKROORGANIZMIMA</i>	383
<i>Milan Mitić, Pavle Mašković, Jelena Mitić: MATHEMATICAL MODELING OF TOTAL FLAVONOID COMPOUNDS EXTRACTION FROM DILL (<i>Anethum graveolens L.</i>) LEAVES</i>	389
<i>Helena Majstorović, Bogdan Garalejić, Maja Sudimac, Miloš Pavlović, Vladimir Čolović: PARAMETRI PLODNOST ZEMLJIŠTA U FUNKCIJI TIPA ZEMLJIŠTA NA TERITORIJI GRADA PANČEVA.....</i>	395
<i>Olga Radulović, Tatjana Popržen, Marija Marković: POTENCIJAL RIZOSFERE SOČIVICE (LEMNA MINOR L.) ZA PRODUKCIJU AUKSINA BAKTERIJSKOG POREKLA.....</i>	401
<i>Alexandr D. Lukyanov, Maria S. Mazanko, Ksenia I. Boldareva, Tatiana S. Onoiko: QUALITATIVE MODELING OF THE EFFECT OF PROBIOTICS ON THE DEVELOPMENT OF MICROFLORA "IN-VITRO".....</i>	407
<i>Radijana Đekanović, Branimir Nježić: REPRODUCTIVE POTENTIAL OF TWO SPECIES OF ENTOMOPATHOGENIC NEMATODES ON GRATE WAX MOTH LARVAE (<i>GALLERIA MELLONELLA</i>) .....</i>	413
<i>Marija Marković, Biljana Veljković, Goran Dugalić, Simeon Rakonjac, Marija Gavrilović: RURALNO PODRUČJE OPŠTINE REKOVAC POTENCIJALI I RIZICI.....</i>	419
<i>Vladimir Čolović, Bogdan Garalejić, Helena Majstorović, Maja Sudimac, Miloš Pavlović: TAČNOST FORMULACIJE I EKOLOŠKI ASPEKT NEKIH MINERALNIH ĐUBRIVA.....</i>	425
<i>Dragana-Linda Mitić, Milica Živković, Vesna Teofilović: TRAGOVI TEŠKIH METALA U VODAMA BELOCRKVANSKIH JEZERA.....</i>	431
<i>Ljubica Šarčević-Todosijević, Snežana Đorđević, Vera Popović, Ljubiša Živanović, Bojana Petrović, Nikola Đorđević, Jelena Golijan: ZDRAVSTVENI ASPEKTI ZNAČAJA HRANE.....</i>	437

### **Sekcija: Prehrambena tehnologija**

<i>Vladimir Kurćubić, Slaviša Stajić, Nemanja Miletić, Vesna Đurović, Marko Petković, Marko Dmitrić, Branko Jakovljević: „CLEAN LABEL“ MEAT PRODUCTS - HOW TO GAIN CONSUMER CONFIDENCE? .....</i>	443
<i>Milica Kanjevac, Biljana Bojović, Marija Todorović, Dragana Jakovljević, Jovana Momčilović, Milan Stanković: EFEKAT HORMOPRAJMINGA NA POBOLJŠANJE OTPORNOSTI KLIJANACA KUKURUZA NA USLOVE SLANOG STRESA.....</i>	449
<i>Marko Antonijević, Žiko Milanović, Edina Avdović, Dušica Simijonović, Zoran Marković: ANOTHER LOOK AT THE BIOLOGICAL ROLES OF A PLANT ALKALOID-BERBERINE....</i>	455
<i>Vladimir Kurćubić, Slaviša Stajić, Nemanja Miletić, Vesna Đurović, Marko Petković, Marko Dmitrić, Branko Jakovljević: MEAT PRODUCTS WITH REDUCED SODIUM CONTENT - HOW TO ACHIEVE CONSUMER FAVOR? .....</i>	461

<i>Milan Stanković, Tatjana Marković, Nenad Zlatić, Gorica Đelić, Biljana Bojović:</i> VARIJABILNOST SASTAVA ETARSKOG ULJA VRSTE <i>COTINUS COGGYGRIA</i> SCOP. (ANACARDIACEAE) SA TERITORIJE SRBIJE.....	469
<i>Monika Stojanova, Dragutin Djukic, Marina Todor Stojanova, Aziz Šatana, Blazo Lalevic:</i> DETERMINATION OF ANTIBACTERIAL POTENTIAL OF <i>AGARICUS MACROSPORUS</i> AND <i>RUSSULA VESCA</i> MUSHROOM EXTRACTS.....	477
<i>Marijana Kosanić, Aleksandra Vesić, Nevena Petrović:</i> BIOAKTIVNOST ACETONSKIH EKSTRAKATA VRSTA <i>HERICIUM CLATHROIDES</i> I <i>AURICULARIA MESENERICA</i> .....	483
<i>Neda Pavlović, Jelena Mijalković, Verica Đorđević, Branko Bugarski, Zorica Knežević Jugović:</i> CHARACTERISTICS OF OCTADECYLAMINE-STABILIZED LIPOSOMES CONTAINING SOY PROTEIN HYDROLYSATES.....	489
<i>Milica Luković, Sonja Veljović, Marija Kostić:</i> EDIBLE INLAND HALOPHYTES: POTENTIAL INGREDIENT OF INNOVATIVE GASTRONOMIC PRODUCTS WITH INCREASED NUTRITION VALUE.....	497
<i>Jovana Momčilović, Dragana Jakovljević, Milica Kanjevac, Biljana Bojović:</i> FIZIOLOŠKE KARAKTERISTIKE RASTENJA PŠENICE ( <i>Triticum aestivum</i> L.) U USLOVIMA <i>IN VITRO</i> .....	503
<i>Dragana Stanisavljević, Dušica Ćirković, Violeta Mickovski Stefanović, Dragan Veličković:</i> HEMIJSKI SASTAV I SENZORNE KARAKTERISTIKE RAKIJA OD VOĆA.....	509
<i>Mirjana Radovanović, Dalibor Tomić, Vesna Đurović, Miloš Marjanović, Radmila Ilić, Vera Katanić:</i> HLADNO PRESOVANA ULJA TIKVE I ORAHA.....	515
<i>Sanja Lj. Matić, Nikola Srečković, Jelena S. Katanić Stanković, Vladimir Mihailović:</i> IN VIVO PROTEKTIVNI EFEKAT EKSTRAKATA BILJKE <i>Lysimachia vulgaris</i> NA DNK OŠTEĆENJA INDUKOVANA ETIL METANSULFONATOM.....	523
<i>Antonio Petrov, Fidanka Ilijeva, Sanja Velichkovich Kostadinovska, Violeta Dimovska:</i> INFLUENCE OF INDIGENOUS AND COMMERCIAL YEASTS ON THE PRODUCTION OF RED WINE FROM VRANEC, MERLOT AND FRANKOVKA IN VINICA WINE REGION.....	529
<i>Branislav Vlahović, Kristina Kukulj:</i> STAVOVI POTROŠAČA U POTROŠNJI MEDA.....	535
<i>Danijela Stojković, Verica Jevtić, Maja Đukić, Đorđe Petrović, Sandra Jovičić Milić, Marijana Kasalović:</i> SADRŽAJ VITAMINA C U EKSTRAKTIMA ŠIPURKA.....	541
<i>Darko Manjenčić, Mirjana Antonijević Nikolić, Vladan Mičić, Anja Manjenčić:</i> UTICAJ DODATKA RAZLIČITIH TIPOVA NANOPUNILA NA FINALNA SVOJSTVA UMREŽAVAJUĆIH SISTEMA SILIKONSKIH MATERIJALA TAČNO ODREĐENOG SPECIFIČNOG ODNOSA NA AKCENTU UMREŽIVAČA.....	547
<i>Jasur Safarov, Sunil Verma, Shakhnoza Sultanova, Abhijit Tarawade, Azamat Usenov:</i> SORPTION AND DESORPTION OF RAW MATERIALS.....	553

## POBOLJŠANJE KVALITETA PŠENICE ZA ISHRANU LJUDI

*Desimir Knežević<sup>1</sup>, Aleksandar Paunović<sup>2</sup>, Vesna Djurović<sup>2</sup>, Svetlana Roljević Nikolić<sup>3</sup>, Danica Mićanović<sup>4</sup>, Milomirka Madić<sup>2</sup>, Mirjana Menkovska<sup>5</sup>, Veselinka Zečević<sup>6</sup>*

**Izvod:** Proizvodnja i potražnja pšenice i potrebe za poboljšanje kvaliteta pšenice su povećani u svetu u cilju dobijanja bezbednih proizvoda za ishranu i očuvanja zdravlja ljudi. Danas se najčešće koristi rafinisano belo brašno za dobijanje proizvoda, čija prekomerna upotreba kod ljudi može izazvati gojaznost, alergije, intoleranciju i bolesti intestinalnog trakta. Mogući rizici za zdravlje ljudi, nameću zadatak za poboljšanje kvaliteta, proteina, ugljenih hidrata. Potrebno je u oplemenjivanju stvoriti sorte pšenice sa poželjnom kompozicijom glutena, polisaharida, skroba, koje će se koristiti za proizvodnju hrane bezbedne za zdravlje i da komercijalna proizvodnja obezbedi da, proizvodi budu, po kvalitetu, ceni i snabdevenosti, dostupni i pristupačni za korisnike.

**Ključne reči:** pšenica, oplemenjivanje, kvalitet, hrana, zdravlje

### Uvod

Pšenica je glavni izvor biljnih proteina u ljudskoj hrani i pored kukuruza i pirinča je dominantna biljna vrsta sa preko 750 miliona tona i posejanim žetvenim površinama preko 220 miliona ha u svetu. Nutritivni i tehnološki kvalitet, cena i adaptivnost na različite ekološke uslove su uticali da pšenica jeste jedna od glavnih žitarica u svetu, po proizvodnji i potrošnji i u rešavanju problema ishrane i zdravlja ljudi. Intenzivan urbani, industrijsko tehnološki razvoj su uticali na brže upoznavanje i mešanje savremenih i tradicionalnih socioloških kultura i načina ishrane, što je doprinelo i povećanje gajenja i upotrebe pšenice u ishrani i u zemljama u razvoju u kojima se pšenica nije tradicionalno koristila. Potrošnja pšenice na godišnjem nivou po stanovniku varira zavisno od regiona od 20 kg u Centralnoj Americi i Africi južno od Sahare, 70 kg u Indiji, do preko 150 kg na Bliskom istoku (Shewry i Hey, 2015) a oko 130 kg u Republici Srbiji.

U semenu pšenice hranljive materije se nalaze u semenjači, endospermu i klici. U semenjači je najveći sadržaj mikronutrienta, antioksidansa, vitamina B,

<sup>1</sup> Univerzitet u Prištini sa privremenim sedištem u Kosovskoj Mitrovici, Poljoprivredni fakultet, Lešak, Kopaonička bb., 38219 Lešak, Kosovo i Metohija, Srbija, [deskoa@ptt.rs](mailto:deskoa@ptt.rs)

<sup>2</sup> Univerzitet u Kragujevcu, Agronoski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Srbija;

<sup>3</sup> Poljoprivredni Institut Tamiš u Pančevu, Novoseljanski put 33, 26000 Pančevo, Srbija

<sup>4</sup> Privredna Komora Srbije, Resavska 15, Beograd, Srbija;

<sup>5</sup> Univerzitet Ćirilo i Metodije, Institut za stočarstvo, Departman Tehnologija hrane i Biotehnologija, Skopje, Makedonija.;

<sup>6</sup> Institut za povrtarstvo, Karadjordjeva 71, Smederevska Palanka, Srbija;

fitonutrienta, proteina. U endospermu su deponovani proteini, ugljeni hidrati, neznan sadržaj vitamina i minerala, a u embionu (klici) su vitamini B, E, antioksidansi, fitonutrienti i nezasićene masne kiseline. Za pripremanje proizvoda za hranu, uglavnom se koristi belo brašno, koje se dobija, iz tkiva endosperma, mlevenjem i tako odvaja od mekinja (semenjače) i klice, koje sadrži oko 85% skroba i 5% dijetetskih vlakana, 10-13% proteina od čega 80% glutena. Integralno brašno sadrži 70% skroba i 10-15% dijetetskih vlakana (polisaharidi ćelijskog zida, ali se razlikuju). U belom brašnu polisaharidi ćelijskog zida uglavnom se sastoje od 70% arabinoksilana (AKS) i 20%  $\beta$ -glukana, dok je značajno veći sadržaj celuloze i lignina (izvedene iz perikarpa zrna) u integralnom brašnu (Andersson i sar. 2013).

Upotreba rafinisanog belog brašna u ishrani, povezana sa načinom života, dovodi do zabrinutosti zbog sve veće pojave netolerancije na gluten, alergija, hronične bolesti creva, pojave dijabetesa tipa 2 i gojaznosti (Brouns i sar., 2013; Gayathri, 2014). Međutim, hrana od celog zrna ima veći sadržaj mikronutrijenata (Fe, Zn, Se), aminokiselina potrebnih ljudskom organizmu i dijetalnih vlakana, koji iako utiču na nivo glukoze u krvi, doprinose snižavanju krvnog pritiska i holesterola u serumu i smanjenju učestalosti određenih vrsta karcinoma, posebno kolorektalnog karcinoma i raka dojke (Aune i sar., 2016; Laze i sar., 2018).

### **Sastav i kvalitet proteina brašna**

U belom brašnu su sadržani ugljeni hidrati, proteini, mineralni elementi i vitamini. Sadržaj proteina u brašnu je manji za 1% od sadržaja proteina u semenu. Proteini u semenu pšenice se razlikuju prema molekularnoj masi i prema Osbornovoj klasifikaciji se razlikuju četiri grupe, na osnovu rastvorljivosti, albumini (u vodi), globulini (u vodenom rastvoru soli) glijadini (u 70% etanolu) i glutenini (u kiselinama i bazama). U ukupnom sadržaju proteina, oko 15% je udeo albumina i globulina, a oko 85% je udeo glijadina i glutenina. Sinteza proteina je pod genetičkom kontrolom, za koje je identifikovano oko 200 različitih genskih alela u analizi svetskih sorti pšenice. Za kontrolu sinteze glijadina je identifikovano oko 150 alelogena na šest genskih lokusa koji su locirani na kratkim kracima prve i šeste grupe homologih hromozoma sva tri genoma ABD. Prema molekularnoj masi glijadini su svrstani u četiri tipa  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  i  $\omega$ -glijadini, a glutenini u visokomolekularne i niskomolekularne glutenine. Posebno važnu ulogu za kvalitet testa i hleba imaju visokomolekularni glutenini, koji su pod kontrolom alela tri genska lokusa lociranim na dugim kracima 1A, 1B i 1D hromozoma (Knežević i sar., 2018). Glijadini i glutenini su prisutni u približno istoj količini i predstavljaju dominantne proteine glutena koji determinišu osobine viskoznosti i elastičnosti testa. Proteini sa skrobom određuju reološke osobine testa. (Menkovska i sar., 2002; Knezevic i sar., 2017).

Kod, približno 1%, konzumenata hrane od pšenice, pojavljuju se alergije, anafilaktički šok, dermatitis, upala creva. Kod pacijenata (pekara) sa astmom, utvrđeno je u serumu da, proteini semena pšenice: glijadini, glutenini i serpin (inhibitori serin proteinaze), tioredoksin, aglutinin i brojni enzimi ( $\alpha$ - i  $\beta$ -amilaze,

peroksidaza, acil CoA oksidaza, glicerinaldehid-3-fosfat dehidrogenaza i triozaofosfat izomeraza reaguju sa imunoglobulinom (Ig)E (Shewry i Hey, 2015). Njihova aktivnost je dokazana nizom testova (alergo-sorbentni test, imunoblot, ELISA itd). Kod konzumenata izloženih fizičkom naporu, posle korišćenja pšeničnih proteina koji izazivaju alergijske reakcije, pojava anafilaktičkog šoka se povezuje  $\omega$ 5-gliadinima, koji su kodirani na 1B hromozomu (Batais i sar., 2005). Druga alergijska reakcija na proteine pšenice (glijadini, glutenini,  $\alpha$ -amilaze, lipid transfer proteinaza (LTP)) je atopijski dermatitis, urtikarija i anafilaksija. Ustanovljeno je da hronična upala creva je autoimuna reakcija u kojoj se vezuju glutenski peptidi za T ćelije imunog sistema kod osobe sa humanim leukocitnim antigenima (HLAs) DQ2 ili DQ8, eksprimiranim u specijalizovanim ćelijama, koje predstavljaju antigen, pri čemu se oslobadaju inflamatorni citokini koji dovode do spljoštenja crevnog epitela. Takodje, je nadjeno, da enzim tkivne transglutaminaze, prisutan u epitelu creva, ima važnu ulogu, na stvaranje toksičnih peptida deamidacijom ostataka glutamina, za dobijanje glutamata. Kod 95% pacijenata, sa celijakijom, je prisutan HLA-DQ2 antigen, peptidne sekvence glutena prepoznaju T ćelije, identifikovana su dva imunodominantna epitopa, koji odgovaraju ostacima  $\alpha$ -gliadina ( $\alpha$ -9 i  $\alpha$ -2) i četiri srodna epitopa  $\gamma$ -gliadina (Ellis i sar., 2003). Kod 6% pacijenata, sa celijakijom, je prisutan HLA-DQ8 antigen, identifikovani su imunodominantni epitopi u glijadinima i podjedinicama glutenina (Mazzarella i sar., 2003; Tollefsen i sar., 2006). Zahtevi korisnika pšenice su da se stvore sorte sa sadržajem proteina glutena koji nisu toksični. S obzirom da se mogu identifikovati prirodni oblici glijadina, koji nemaju ili imaju mali broj toksičnih epitopa za upalu creva (celijakiju), to je moguće odabrati genotipove pšenice u klasičnom oplemenjivanju.

### Sastav i kavlitet ugljenih hidrata brašna

Skrob i dijetalna vlakna imaju najveći udeo u sadržaju ugljenih hidrata. Skrob je polisaharid u čijem sastavu su dva polimera glukoze, amiloze (~20–30%) i amilopektina (~70–80%), koji se razlikuju po veličini i stepenu grananja. Polimeri amiloze su pretežno linearni molekuli  $\alpha$ -1,4-povezanih lanaca glukoze sa povremenim  $\alpha$ -1,6 vezama koje formiraju tačke grananja, dok je amilopektin više razgranat. Polimeri skroba formiraju granule u organelama amiloplasta u ćelijama endosperma semena pšenice u toku razvića. Raspodela granula skroba po veličini utiče na viskozitet i apsorpciju vode brašna za hleb (Park i sar., 2009; Shao i sar., 2019). Postoje dva tipa i to: A-granule su većeg prečnika (5-40  $\mu$ m) i u obliku diska sa udelom oko 5% i B-granule manjeg prečnika (<10  $\mu$ m) skoro sferične, sa sadržajem oko 95% (Chia i sar., 2020). Dijetalna vlakna su lignin i celuloza, koji su nerastvorljivi ugljeni hidrati, po strukturi su oligomeri i polimeri, čije varenje i apsorpcija se ne obavlja u tankom crevu, a delimična ili potpuna fermentacija se vrši u debelom crevu. U belom pšeničnom brašnu, glavne komponente dijetetskih vlakana su: polisaharidi ćelijskog zida (2–3% suve težine), fruktani (~1,5% suve težine) i peptid arabinogalaktan (do 0,4% suve težine) Haska i sar. (2008).

Dijetalna vlakna pšenice takođe obuhvataju otporni skrob (~0,8% suve težine), koji je otporan na varenje u tankom crevu i nerazgradjen stiže do debelog creva. Sadržaj otpornog skroba je oko 1,2% od ukupnog skroba u hlebu od belog brašna (Murphy i sar., 2008). Proizvodi napravljeni od belog brašna sadrže oko 5% dijetetskih vlakana u ukupnoj suvoj težini, sa udelom oko 50% polisaharida ćelijskog zida. Osim amiloze i amilopektina u skrobnim granulama se nalaze i lipidi vezani sa amilozom i proteini u sastavu enzima i fosfor (BeMiller i Whistler, 2009).

### Oplemenjivanje za poboljšanje nutritivnog kvaliteta pšenice

U programima oplemenjivanja se stvaraju sorte sa visokim sadržajem proteina (>14%), koji su važan parametar kvaliteta za proizvodnju hleba. Sorte sa niskim sadržajem proteina (<10%) se koriste za ishranu životinja i za druge namene, pri čemu važnu ulogu ima visok sadržaj skroba, oko 60–70% celog zrna i 65–75% belog brašna, a deficit proteina se nadoknadjuje dodavanjem visokoproteinskih vrsta. Proteini imaju značajnu nutritivnu vrednost jer su izvor bitnih aminokiselina u ishrani ljudi u zemljama u razvoju, u kojima se hleb, rezanci i drugi proizvodi, koriste u velikim količinama. Sadržaj proteina je genetički kontrolisano svojstvo, koje značajno varira pod uticajem ekoloških faktora i primenjene agrotehnike, pre svega ishrane (Knežević i sar., 2019). Prinos i sadržaj proteina su u negativnoj korelaciji, što ukazuje, da manji sadržaj proteina je rezultat razblaženja u nakupljenoj suvoj materiji semena. Takođe, sadržaj minerala gvoždja, cinka, bakra, magnezijuma, sumpora, selena je smanjen, što je rezultat razblaženja pri povećanju prinosa. Za povećanje sadržaja proteina, neophodno je kod novih sorti inkorporirati gene koji su odgovorni za visok sadržaj proteina. Neki od tih gena su identifikovani kod divljih srodnika pšenice kao npr., gen *Gpc-B1* na 6B hromozomu kod tetraploidne *Tr. turgidum* var. *dicoccoides* (Chee i sar., 2001). Gen *Gpc-B1* kodira faktor transkripcije, koji ubrzava starenje u vegetativnim delovima biljke, pri čemu se efikasnije obavlja remobilizacija i translokacija azota i mineralnih elemenata (posebno Fe i Zn) u seme (Uauy i sar., 2006). Poboljšanje nutritivne vrednosti semena pšenice, može se ostvariti na osnovu povećanja sadržaja aminokiselina, posebno 10 bitnih aminokiselina od ukupno 20 aminokiselina. U oplemenjivanju je važno stvoriti sorte sa poboljšanim sadržajem bitnih aminokiselina npr., lizin, čije vrednosti su ograničene kod visokoprinosa sorti proporcionalno sadržaju glutena i skroba. Osim toga vrlo je važno da sorte sadrže izbalansirane vrednosti dve aromatične amino kiseline, tirozin i fenilalanin, koje su biosintetički srodne, kao i dve aminokiseline koje sadrže sumpor: metionin, kojije stvarno esencijalan, i cistein koji se može sintetizovati iz metionina. Potrebe, posebno za bitnim aminokiselinama su različite za decu, odrasle ljude i ostale animalne vrste (Laze i sar., 2019).

Osim toga, veliki su naponi, oplemenjivača, u radu, da se poveća sadržaj minerala, gvožđa, cinka i vitamina A u semenu pšenice, radi poboljšanja zdravlja u manje razvijenim zemljama. Poseban fokus je povećanje dostupnosti mineralnih elemenata (Fe, Mg, Zn, Ca), pošto se jako vezuju za fitinsku kiselinu (mioinozitol

heksafosfat) i nastaju složena jedinjenja, koja imaju malu rastvorljivost, funkcionalnost, svarljivost i apsorpciju. Povećanje dostupnosti minerala se može postići upotrebom enzima transgeneze za ekspresiju fitaze u semenu u razvoju, pri čemu se omogućava hidroliza u toku obrade hrane (Brinch-Pedersen i sar., 2007). Pored toga potrebno je povećati sadržaj cinka kod pšenice, koji je bitan element u ishrani jer ga ljudski organizam ne sintetizuje. Cink je važan, u metabolizmu ćelije, za sintezu proteina, utiče na povećanje imuniteta, pravilnu raspodelu insulina, očuvanje dobrog holesterola (HDL), mineralizaciju koštanog tkiva, regulaciju, rada srca i krvnog pritiska i zdravlja. Nedostatak cinka, se vezuje sa visokom stopom smrtnosti dece, u podsaharskoj Africi i Južnoj Aziji (Uauy i sar. 2006). Takodje, za ljude i životinje selen je bitan mikronutrient, koji je prisutan kao selenocistein u enzimima i koncentrisan je u svim delovima semena gde ima sumpora. Sadržaj selena kod pšenice zavisi od dostupnosti sumpora u zemljištu, zbog čega pšenice gajene u Severnoj Americi imaju do 10 puta veći sadržaj selena (Hawkesford i Zhao, 2007).

Oplemenjivanje pšenice, za poboljšanje kvaliteta, je usmereno u stvaranju sorti sa genetičkom strukturom, da mogu ostvariti izbalansiran sadržaj komponenti kvaliteta u interakciji sa uslovima gajenja. Stvaranjem i proizvodnjom sorti sa poželjnim sadržajem i sastavom proteina, vlakana i skroba smanjene svarljivosti, postiže se poboljšanje kvaliteta brašna, koje je bezbednije za zdravlje u ishrani i sa smanjenim uticajem na pojavu reakcije netolerancije, alergija, bolesti creva dijabetesa tipa 2 (Mattei i sar. 2015). Poznato je da, u oplemenjivanju klasičnim metodama, se mogu stvoriti sorte u periodu oko 10 godina. Medjutim, korišćenjem metoda molekularne biologije, prenos i inkorporacija specifičnih gena se može postići efikasno, i mogu se stvoriti sorte za dve do tri godine. Izmena gena ili mutacija gena je u funkciji poboljšanja sorte i njenih osobina. Genetička struktura sorti i genski polimorfizam u germplazmi pšenice, danas se mogu sagledavati i može se pratiti kombinacija gena, pomoću razvijenih metoda bioinformatike i softverskih programa. Takodje se mogu identifikovati specifične promene (mutacije) u gradnji gena i DNK pšenice, što predstavlja veliki napredak i doprinos, s obzirom da je pšenica poliploidna vrsta sa tri genoma (ABD) i da pojedinačna veličinagenoma iznosi oko 16 Gb.

### **Poboljšanje polisaharida u semenu pšenice**

U oplemenjivanju je neophodno poboljšati sastav, strukturu i osobne polisaharida u semenu pšenice. Genskim manipulacijama se može uticati na biosintezu i sintezu skroba, proporciju sadržaja amiloze i amilopektina, i na povećanje sadržaja rezistentnog skroba. U sintezi skroba važnu ulogu imaju četiri enzima: 1) sintaze skroba (SS), 2) sintaze skroba za vezivanje granula (GBSS) koje produžavaju lance glukoze u amilopektinu i amilozi, 3) enzimi za grananje skroba (SBE) koji uvode tačke grananja i 4) enzimi za sprečavanje grananja skroba (DBE) koji isecaju razgranate lance da bi stvorili strukturu, koja može da kristalizuje i formira matricu granula. U savremenom oplemenjivanju, povećanje amiloze prema

amilopektinu i povećanje proporcije rezistentnog skroba, su postignuti kombinovanjem homeologih gena prirodne nulte-mutacije u sintazi skroba (SSIIa) (Yamamori, i sar., 2006) i indukovane mutacije u sintazi za grananje skroba (SBEII) (Regina i sar., 2015; Schönhofen i sar., 2017). Očekivano je da se može postići veliki uspeh u kreiranju strukture skroba, zahvaljujući sekvenciranju i korišćenju kopija homeologih gena i u njihovoj medjusobnoj interakciji. Takođe se može postići modifikacija gena za biosintezu skroba, koji mogu imati plejotropni efekat da kontroliše sadržaj i sastav polisaharida ćelijskog zida (Borrill i sar., 2015; Botticella i sar., 2018). Odabiranje sorti sa poželjnom proporcijom sadržaja A i B granula skroba i identifikacija gena, već je ostvarena korišćenjem divljih srodnika u ukrštanju, *Aegilops peregrina*, koja nema B granule. U tom radu je identifikovan gen za kontrolu sadržaja B granula (BGC1) i ustanovljeno je da veličina i broj granula varira u zavisnosti od doze (Howard i sar., 2011; Chia i sar., 2020). Sinteza arabinoksilana je poznata, ali genetička kontrola nije, tako da se odabiranje sorti sa visokim sadržajem vrši na osnovu prirodnih varijacija i hemijskih analiza (Toole i sar., 2011). Međutim, korišćenjem molekularnih markera je ostvaren napredak u odabiranju sorti sa većim sadržajem arabinoksilana. Identifikovana su dva QTL gena, locirana na 1BL i na 6BS hromozomu. Takodje je razvijen molekularni marker pomoću jednonukleotidnog polimorfizma (SNP) za alel na 1BL QTL. Iako su molekularni markeri pouzdani za selekciju, potrebno je vršiti hemijsku analizu za sadržaj komponenti skroba, jer na osnovu sadržaja amiloze ne može se pouzdano vršiti identifikacija strukture skroba i svarljivost (Mishra i sar., 2016).

### Zaključak

Proteini i skrob brašna i proizvodi od pšenice kod jednog dela populacije ljudi izazivaju alergije, netolerantnost i bolesti creva. Zahtevi potrošača, proizvođača i preradivača su povećani za sortama pšenice koje imaju bolji kvalitet pšenice za dobijanje hrane bezbedne za zdravlje. Ovo stanje nameće zadatak oplemenjivačima za stvaranje sorti sa izbalansiranim sadržajem i sastavom proteina, polisaharida i masti, i sa većom svarljivošću. Genetičke, molekularne i bioinformatičke metode imaju potencijal za stvaranje sorti pšenice sa poboljšanim kvalitetom.

### Napomena

Istraživanja u ovom radu deo su projekta TR 31092 „Izučavanje genetičke osnove poboljšanja prinosa i kvaliteta strnih žita u različitim ekološkim uslovima”, koji je finansiran od Ministarstva prosvete, nauke i tehnološkog razvoja, Republike Srbije.

### Literatura

Andersson, A.A.M., Andersson, R., Piironen, V., Lampi, A-M., Nyström, L., Boros, D., Fraš, A., Gebruers, K., Courtin, C.M., Delcour, J.A., Rakszegi, M., Bedo, Z., Ward, J.L., Shewry, P.R., Åman, P. (2013). Contents of dietary fibre components and



- their relation to associated bioactive components in whole grain wheat samples from the HEALTHGRAIN diversity screen. *Food Chemistry*, 136(3-4), 1243–1248.
- Aune, D., Keum, NN., Giovannucci, E., Fadnes, L.T., Boffetta, P., Greenwood, D.C., Tonstad, S., Vatten, L.J., Riboli, E., Norat, T. (2016). Whole grain consumption and risk of cardiovascular disease, cancer, and all cause and cause specific mortality: systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. *BMJ*, 353: i2716
- Battais F, Mothes T, Moneret-Vautrin DA, Pineau F, Kanny G, Popineau Y, Bodinier M, Denery-Papini S. (2005). Identification of IgE-binding epitopes on gliadins for patients with food allergy to wheat. *Allergy* 60, 815–821.
- Borrill, P., Adamski, N., Uauy, C. (2015). Genomics as the key to unlocking the polyploid potential of wheat. *New Phytol.*, 208, 1008–1022.
- Botticella, E., Sestili, F., Sparla, F., Moscatello, S., Marri, L., Cuesta-Seijo, J.A., Falini, G., Battistelli, A., Trost, P., Lafiandra, D. (2018). Combining mutations at genes encoding key enzymes involved in starch synthesis affects the amylose content, carbohydrate allocation and hardness in the wheat grain. *Plant Biotech. J.*, 16, 1723–1734
- Brinch-Pedersen, H., Borg, S., Tauris, B., Holm, P.B. (2007). Molecular genetic approaches to increasing mineral availability and vitamin content of cereals. *J. Cer. Sci.*, 46, 308–326.
- Brouns, F. J. P. H., van Buul, V. J. & Shewry, P. R. (2013). Does wheat make us fat and sick? *J. Cereal Sci.*, 58, 209–215.
- Chee, P.W., Elias, E.M., Anderson, J.A., Kianian, S.F. (2001). Evaluation of high grain protein concentration QTL from *Triticum turgidum* L. var. *dicocoides* in an adapted durum wheat background. *Crop Science*, 41, 295–301.
- Chia, T., Chirico, M., King, R., Ramirez-Gonzalez, R., Saccomanno, B., Seung, D., Simmonds, J., Trick, M., Uauy, C., Verhoeven, T., Trafford, K., Lunn, J. (2020). A carbohydrate-binding protein, B-GRANULE CONTENT 1, influences starch granule size distribution in a dose-dependent manner in polyploid wheat. *J. Exp. Bot.*, 71, 105–115.
- Ellis, H.J., Pollock, E.L., Engel, W., Fraser, J.S., Rosen-Bronson, S., Wieser, H., Ciclitira, P.J. (2003). Investigation of the putative immunodominant T cell epitopes in coeliac disease. *Gut.*, 52, 212–217.
- Gayathri, D. (2014). Development of Celiac Disease; Pathogenesis and Strategies to Control: A Molecular Approach. *J. of Nutr. & Food Sci.*, 4(6). [10.4172/2155-9600.1000310](#)
- Hawkesford, M.J., Zhao, F-J. (2007). Strategies for increasing the selenium content of wheat. *Journal of Cereal Science*, 46 (3), 282–292.
- Haska, L., Nyman, M., Andersson, R. (2008). Distribution and characterisation of fructan in wheat milling fractions. *J. Cereal Sci.* 48 (3), 768–774.
- Howard, T., Rejab, N. A., Griffiths, S., Leigh, F., Leverington-Waite, M., Simmonds, J., Uauy, C., Trafford, K. (2011). Identification of a major QTL controlling the content of B-type starch granules in *Aegilops*. *J. Exp. Bot.*, 62 (6), 2217–2228

- Knezevic, D., Rosandic, A., Kondic, D., Radosavac, A., Rajkovic, D. (2017). Effect of gluten formation on wheat quality. *Columella – J. of Agric&Env. Sci.*, 4(1),169-174.
- Knežević, D., Yu. Novoselskaya Dragović, A., Kudryavcev, A., Kondić, D., Branković, G., Srdić, S., Zečević, V., Mijatović, T. (2018). Allelic composition of HMW-glutenin protein and their relationship with quality of wheat. *Agrofor International Journal*, 3(2), 14-21.
- Knežević, D. Laze, A., Paunović, A., Djurović, V., Đukić, N., Valjarević, D., Kondić, D., Mićanović, D., Živić, J., Zečević, V. (2020). Approaches in cereal breeding. *Acta Agriculturae Serbica*, 25 (50), 179-186.
- Laze, A., Arapi, V., Brahushi, F., Pezo, L., Kristl, J., Riciputi, Y., Knežević, D. (2018). Assessment of Microelements Content in Organic Soft Albanian Wheat Genotypes. *International Journal of Innovative Approaches in Agricultural Research*, 2(4), 295-306.
- Laze, A., Arapi, V., Ceca, E., Gusko K., Pezo, L., Brahushi, F., Knežević, D. (2019). Chemical Composition and Amino Acid Content in Different Genotypes of Wheat Flour. *Periodica Polytechnica Chemical Engineering*, <https://doi.org/10.3311/PPch.13185>.
- Mazzarella, G, Maglio, M, Paparo, F, [Nardone, G.](#), [Stefanile, R.](#), [Greco, L.](#), [van de Wal, Y.](#), [Kooy, Y.](#), [Koning, F.](#), [Auricchio, S.](#), [Troncone, R.](#) (2003). An immunodominant DQ8 restricted gliadin peptide activates small intestinal immune response in in vitro cultured mucosa from HLA-DQ8 positive but not HLA-DQ8 negative coeliac patients. *Gut.*, 52(1), 57-62.
- Mattei, J., Malik, V., Wedick, N.M., Hu, F.B., Spiegelman, D., Willett, W.C., Campos, H. (2015). Reducing the global burden of type 2 diabetes by improving the quality of staple foods: The Global Nutrition and Epidemiologic Transition Initiative. *Globalization and Health*, 11(1), 23.
- Menkovska, M., Knežević, D., Ivanoski, M. (2002): Protein allelic composition, dough rheology, and baking characteristics of flour mill streams from wheat cultivars with known and varied baking qualities. *Cereal Chemistry*, 79(5), 720-725.
- Mishra, A., Singh, A., Sharma, M., Kumar, P., Roy, J. (2016). Development of EMS-induced mutation population for amylose and resistant starch variation in bread wheat (*Triticum aestivum*) and identification of candidate genes responsible for amylose variation. *BMC Plant Biol.*, 16 (1), 217. doi:10.1186/s12870-016-0896-z
- Murphy, M. M., Douglass, J. S., Birkett, A. (2008). Resistant starch intakes in the United States. *J. Am. Diet. Assoc.*, 108 (1), 67-78.
- Park S.H., Wilson J.D., Seabourn B. W. (2009). Size granule distribution of hard red winter and hard red spring wheat: its effects on mixing and breadmaking quality. *J. Cer. Sci.*, 49, 98-105.
- Regina, A., Berbezy, P., Kosar-Hashemi, B., Li, S., Cmiel, M., Larroque, O., Bird, A.R., Swain, S.M., Cavanagh, C., Jobling, S.A., Li, Z.,; Morell, M, (2015). A genetic

- strategy generating wheat with very high amylose content. *Plant Biotechnology Journal*, 13, 1276–1286.
- Shao, Y., Tsai, M.H., He, Y., Chen, J., Wilson, C., Hui-Mei Lin, A (2019). Reduction of falling number in soft white spring wheat caused by an increased proportion of spherical B-type starch granules. *Food Chem.* 284, 140–148.
- Shewry, P. R., Hey, S. (2015). The contribution of wheat to human diet and health. *Food Energy Secur.*, 4, 178–202.
- Schönhofen, A., Zhang, X., Dubcovsky, J. (2017). Combined mutations in five wheat *STARCH BRANCHING ENZYME II* genes improve resistant starch but affect grain yield and bread-making quality. *J. Cereal Sci.*, 75, 165–174.
- Tollefsen, S., Arentz-Hansen, H., Fleckenstein, B., Molberg, Ø., Ráki, M., Kwok, W.W., Jung, G., Lundin, K.E.A., Sollid, L.M. (2006). HLA-DQ2 and DQ8 signatures of gluten T cell epitopes in celiac disease. *Journal of Clinical Investigation*, 116(8), 2226–2236
- Toole, G.A., Le Gall, G., Colquhoun, I.J., Johnson, P.; Bedö, Z., Saulnier, L., Shewry, P.R., Mills, E.N.C. (2011). Spectroscopic Analysis of Diversity of Arabinoxylan Structures in Endosperm Cell Walls of Wheat Cultivars (*Triticum aestivum*) in the HEALTHGRAIN Diversity Collection. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 59(13), 7075–7082.
- Uauy, C., Distelfeld, A., Fahima, T., Blechl, A., Dubcovsky, J. (2006). A NAC gene regulating senescence improves grain protein, zinc and iron content in wheat. *Science*, 314, 1298–1301.
- Yamamori, M., Kato, M., Yui, M., Kawasaki, M. (2006). Resistant starch and starch pasting properties of a starch synthase IIa-deficient wheat with apparent high amylose. *Aust. J. Agric. Res.*, 57, 531–535.

## IMPROVING THE QUALITY OF WHEAT FOR HUMAN CONSUMPTION

*Desimir Knežević<sup>1</sup>, Aleksandar Paunović<sup>2</sup>, Vesna Djurović<sup>2</sup>, Svetlana Roljević Nikolić<sup>3</sup>, Danica Mićanović<sup>4</sup>, Milomirka Madić<sup>2</sup>, Mirjana Menkovska<sup>5</sup>, Veselinka Zečević<sup>6</sup>*

### Abstract

Wheat production and demand for improving wheat quality have increased worldwide in order to obtain safe food products and preserve human health. Today, refined white flour is most often used to obtain products, the excessive use of which in humans can cause obesity, allergies, intolerance and diseases of the intestinal tract. Possible risks to human health impose the task of improving the quality of protein and carbohydrates. It is necessary to create wheat varieties with the desired composition of gluten, polysaccharides, starch, which will be used for the production of food safe for health. Also, that commercial production to ensures that products are available ensures that products are available at quality and cost and are affordable to users.

**Key words:** wheat, breeding, quality, food, health

---

<sup>1</sup>University of Prishtina temporary settled in Kosovska Mitrovica, Faculty of Agriculture, Lešak, Kopaonička bb., 38219 Lešak, Kosovo and Metohija, Serbia, [deskoa@ptt.rs](mailto:deskoa@ptt.rs)

<sup>2</sup>University of Kragujevac, Faculty of Agriculture in Čačak, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Serbia;

<sup>3</sup>Agricultural Institute Tamiš in Pančevo, Novoseljanski put 33, 26000Pancevo, Serbia

<sup>4</sup>Serbian Chamber of Commerce, Resavska15, Belgrade, Serbia;

<sup>5</sup>Cyril and Methodius University, Institute of Animal Husbandry, Department of Food Technology and Biotechnology, Skopje, Macedonia;

<sup>6</sup> Institute for Vegetable, Karadjordjeva 71, Smederevska Palanka, Serbia;

CIP - Каталогизација у публикацији

Народна библиотека Србије, Београд

63(082)

606:63(082)

**САВЕТОВАЊЕ о биотехнологији са међународним учешћем (27 ; 2022 ; Чачак)**

Zbornik radova / XXVII savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, Čačak, 25 - 26. mart 2022. godine ; [organizator] Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku. - Kragujevac : Univerzitet, Agronomski fakultet u Čačku, 2022 (Beograd : Birograf Comp). - 558 str. : ilustr. ; 25 cm

Na vrhu nasl. str.: University of Kragujevac, Faculty of Agronomy Cacak. - Radovi na srp. i engl. jeziku. - Tiraž 110. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-87611-86-3

а) Пољопривреда -- Зборници

б) Биотехнологија -- Зборници

COBISS.SR-ID 60661769

DOI: [10.46793/SBT27](https://doi.org/10.46793/SBT27)