

**НАСТАВНО-НАУЧНОМ ВЕЋУ
ПОЉОПРИВРЕДНОГ ФАКУЛТЕТА
УНИВЕРЗИТЕТА У БЕОГРАДУ**

Предмет: Извештај Комисије за оцену урађене докторске дисертације Симоне Ж. Јаћимовић, мастер инжењера прехранбене технологије.

Одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета Универзитета у Београду број: 32/5-5.1. од 26.02.2025. године, именовани смо у Комисију за оцену урађене докторске дисертације под насловом: „**Нутритивни квалитет семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) и потенцијал примене у прехранбеној индустрији**“, кандидаткиње Симоне Ж. Јаћимовић, мастер инжењера прехранбене технологије.

Комисија у саставу др Мирјана Демин, редовни професор, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет, др Саша Деспотовић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет и др Владимир Сикора, научни саветник, Институт за ратарство и повртарство у Новом Саду, Институт од националног значаја за Републику Србију, на основу прегледа, анализе и оцене докторске дисертације подноси Наставно-научном већу Пољопривредног факултета

ИЗВЕШТАЈ

1. ОПШТИ ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ И ДИСЕРТАЦИЈИ

Симона Ж. Јаћимовић, рођена је 12.10.1996. године у Крушевцу. Основну школу „Попински борци“ и Гимназију у Врњачкој Бањи завршила је са изузетним резултатима и Вуковом дипломом. Пољопривредни факултет-Универзитета у Београду уписала је 2015. године (Институт за прехранбену технологију и биохемију) на студијском програму Прехранбена технологија. Додељена јој је награда из задужбине Николе Спасића 2016. године, као најбољем студенту Пољопривредног факултета за школску 2015/16 годину. За време основних студија објавила је више научних публикација и учествовала на националном (Екотрофелија Србија) и европском такмичењу (*Ecotrophelia Europe*) у креирању екоиновативних прехранбених производа. Награда Студент генерације Пољопривредног факултета додељена јој је 2018. године, а награда Студент Института за прехранбену технологију и биохемију 2019. године. Добитница је стипендије за изузетно надарене студенте у Републици Србији (2017–2019 године). Дипломски рад одбранила је у јулу 2019. године са оценом 10, чиме је стекла звање дипломирани инжењер технологије, са просечном оценом 10,00 на основним академским студијама. Ректорат универзитета у Београду, поводом Дана Универзитета у Београду, уручио јој је повељу „Студент генерације“ за школску 2018/19. годину, као и награду за најбољи стручни и

научноистраживачки рад студената за групацију факултета техничко-технолошких наука. Награђени рад публикован је у истакнутом међународном часопису са SCI листе. Мастер академске студије на Универзитету у Београду - Пољопривредном факултету, студијском програму Прехрамбена технологија, модул Прехрамбени инжењеринг, завршила је у септембру 2020. године са просечном оценом 10,00 и стекла звање мастер инжењер прехрамбене технологије. Добитница је стипендије Фонда за младе таленте „Доситеја“ на мастер студијама, и награде „Најбољи најбољем, др Зоран Ђинђић“, коју општина Врњачка Бања додељује најистакнутијима појединцима за школску 2019/20 годину. Докторске студије на Универзитету у Београду - Пољопривредном факултету, уписала је 2020. године. Запослена је на Институту за ратарство и повртарство у Новом Саду (Институт од националног значаја за Републику Србију), где је у новембру 2020. године изабрана у научно звање истраживач-приправник, за научну област Биотехничке науке. За време истраживачког звања истраживач приправник, ангажована је у оквиру Лабораторије за нутритивни квалитет као одговорно лице у Лабораторији за инструменталне методе. У априлу 2023. године изабрана је у звање истраживач сарадник, за научну област Биотехничке науке. У току досадашњег научно-истраживачког рада објавила је преко 40 радова у међународним научним часописима и презентованих на научним скуповима у земљи и иностранству.

Говори, чита и пише енглески језик (C1), служи се француским језиком (A2). Члан је Удружења прехрамбених технолога Србије, Прехрамбено технолошког савета Србије, Клуба младих хемичара Србије и Центра изузетних вредности за легуминозе. У оквиру Удружења прехрамбених технолога Србије, активан је члан организационог одбора Екотрофелија Србија од 2019. године. Кроз професионално усавршавање успешно је завршила већи број обука/тренинга од којих су за научно-истраживачку делатност релевантни:

- Обука за рад на уређају за течну хроматографију (ANALYSIS doo), 2023.
- Обука за Beer Analyzer, CO₂ meter, Пољопривредни факултет, Београд, 2018.
- Обука за рад у пилот постројењу пиваре, Пољопривредни факултет, Београд, 2018.
- Тренинг Excellence in Horizon Europe project development, proposal writing and project implementation (European Training Academy - EUTA).
- Семинар о рецензирању за истраживаче, Центар за промоцију науке, 2021.

Ангажовање на пројектима:

- Podrška organizaciji nacionalnog takmičenja Ecotrophelia 2023 C-100A/2023, HELVETAS Swiss Intercooperation SRB.
- USAID CSS APS-2019-01 The best eco-innovative food product - student competition Ecotrophelia Serbia.
- Краткорочни пројекти Покрајинског секретаријата за високо образовање и научноистраживачку делатност: „Утицај технолошког процеса млевења старих сорти пшенице из Војводине на садржај есенцијалних минерала у пшеничном

брашну" (2022. година).

- Билатералне сарадње Министарства науке, технолошког развоја и иновација Републике Србије: Билатерална сарадња са Белорусијом (2022-2024) "Метаболомичка студија генотипова црвене детелине, соје и луцерке у Белорусији и Србији: процена и могућа фармацеутска употреба" (337-00-00230/2022-09/11).
- ECOBREED/Increasing the efficiency and competitiveness of organic crop breeding (H2020-EU.3.2. - SOCIETAL CHALLENGES - Food security, sustainable agriculture and forestry, marine, maritime and inland water research, and the bioeconomy, Grant agreement No 771367, 01.06.2018-29.02.2024.).
- ECO-READY/Achieving Ecological Resilient Dynamism for the European food system through consumer-driven policies, socio-ecological challenges, biodiversity, data-driven policy, sustainable futures (HORIZON-CL6-2022-CLIMATE-01-04 - Fostering the resilience of agricultural production: from observation of changes to the development of resilience strategies, Grant agreement No 101084201, 01.12.2022-30.11.2026.).
- SoyPredict/Soybean Yield Prediction Using Multi-omics Data Integration, пројекат одобрен за финансирање у области биотехничких наука у оквиру Програма ПРИЗМА.
- BELIS - Breeding European Legumes for Increased Sustainability (HORIZON -CL6-2022-BIODIV-01-02) Институција Руководилац: Institut National de la Recherche Agronomique (INRA), Француска.

Школске 2020/2021. године кандидаткиња је уписала докторске академске студије на Универзитету у Београду - Пољопривредном факултету. Тема докторске дисертације **„Нутритивни квалитет семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) и потенцијал примене у прехранбеној индустрији“** је прихваћена одлуком Наставно-научног већа Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду бр. 32/13-4.2. од 28.12.2022. године и одлуком Већа научних области биотехничких наука, Универзитет у Београду бр. 61206-54/2-23 од 17.01.2023. године. За менторе докторске дисертације су одређени др Небојша Пантелић, ванредни професор, Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет и др Биљана Кипровски, научни саветник, Институт за ратарство и повртарство у Новом Саду, Институт од националног значаја за Републику Србију.

Докторска дисертација кандидаткиње Симоне Ж. Јаћимовић, мастер инжењера прехранбене технологије, под насловом **„Нутритивни квалитет семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) и потенцијал примене у прехранбеној индустрији“** написана је у складу са „Упутством о облику и садржају докторске дисертације која се брани на Универзитету у Београду“, на укупно 114 страна, од којих је 105 нумерисано. Ненумерисани делови дисертације су: насловне стране на српском и енглеском језику, страница са информацијама о члановима комисије, странице са захвалницом, странице са сажетком (*Abstract*) на српском и енглеском језику са кључним речима где је наведен УДК број, странице са садржајем и листом скраћеница. Нумерисани део дисертације садржи следећа поглавља:

Увод (стр. 1), Преглед литературе (стр. 2–9), Циљ и значај истраживања (стр. 10), Материјал и методе (стр. 11–26), Резултати и дискусија (стр. 27–58), Закључак (стр. 65–66), Литература (стр. 67–74), Прилози (стр. 75–99), Биографија аутора (стр. 100–101), Изјаве о ауторству (стр. 102), Изјава о истоветности штампане и електронске верзије докторског рада (стр. 103) и Изјава о коришћењу (стр. 104–105). Поглавља Преглед литературе, Материјал и методе и Резултати и дискусија су подељени на више потпоглавља. У оквиру дисертације приказано је 30 слика и графикана и 16 табела, без Прилога. Цитирано је 129 литературних извора.

2. ПРЕДМЕТ И ЦИЉ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Предмет истраживања докторске дисертације је биохемијска карактеризација једињења примарног и секундарног метаболизма 172 генотипа семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) као и поређење параметара нутритивног квалитета, са циљем одабира најпотентнијих генотипова за примену у производњи висококвалитетних прехранбених производа. Коришћено семе сирка је из колекције Института за ратарство и повртарство (Нови Сад, Србија), а карактеризација главних параметара нутритивног квалитета који карактеришу биолошку вредност зрна сирка спроведена је хемијским и инструменталним методама. Све анализе су извршене према стандардним процедурама анализе. Резултати испитивања и добијене вредности су упоређене са међународно признатим стандардним вредностима (CXS 172-1989, CERSOR010, 2020), на основу чега су дефинисани генотипови погодни за људску исхрану. Издвојено је шеснаест генотипова високог потенцијала, на којима су урађена детаљна истраживања нутритивног квалитета: полифенолни, аминокиселински и маснокиселински састав, садржај макро- и микро- елемената и антиоксидативна активност. Такође, извршена је теоријска процена нутритивне вредности ради утврђивања потенцијала ових генотипова као извора макро- и микро- елемената кроз исхрану. Последњи циљ ове дисертације представљала је валоризација потенцијала брашна сирка као састојка у производњи безглутенских производа, што је показано кроз производњу и сензорну анализу чајног пецива.

3. ОСНОВНЕ ХИПОТЕЗЕ ОД КОЈИХ СЕ ПОЛАЗИЛО У ИСТРАЖИВАЊУ

Посматрајући обрадиве површине и глобалну производњу ратарских култура, може се сматрати да је сирак (*Sorghum bicolor* L. Moench, Poaceae) једна од најзначајнијих култивисаних житарица на свету. Као пета најзначајнија култивисана житарица на глобалном нивоу, доприноси диверзификацији пољопривредних система и унапређењу укупне одрживости пољопривреде и прехранбене индустрије. Увођење сирка у плодореде представља валидну стратегију за повећање отпорности пољопривредних система на неповољне временске услове, који постају све учесталији услед климатских промена.

Посебне хипотезе у овом истраживању биле су следеће:

- Семе сирка поседује велику разноликост нутритивног квалитета, што омогућава селекцију погодних генотипова за развој прехранбених производа.

- Познавање варијација у нутритивном квалитету различитих генотипова сирка може бити смерница програмима оплемењивања за побољшање квалитета зрна за исхрану људи.
- Постоји значајна варијација у садржају полифенолних једињења између генотипова што пружа информацију о антиоксидативном потенцијалу зрна сирка и његов благотворан утицај на здравље људи.

4. КРАТАК ОПИС САДРЖАЈА ДИСЕРТАЦИЈЕ

Увод. Уводно поглавље засновано је на предмету истраживања докторске дисертације. Наглашена је значајност студија које се баве проучавањем глобалних изазова 21. века као што је производња довољно хране за растућу светску популацију на одржив начин, уз очување ресурса и одговор на климатске промене. Приказано је да је сирак пета најважнија житарица у свету и има кључну улогу у диверсификацији пољопривредних система и побољшању одрживости пољопривреде и прехранбене индустрије. Његова толеранција на сушу и високе температуре чини га посебно значајним у контексту климатских промена. Осим тога, узгој сирка је економичан јер захтева употребу мање ресурса, чиме се смањује негативан утицај пољопривредних пракси на животну средину. Иако се сирак у Европи најчешће користи као сточна храна, последњих година расте интересовање за његову употребу у људској исхрани. Дат је осврт на биолошка и нутритивна својства сирка. Обзиром да је богат полифенолним једињењима, која му дају специфичне боје и чине да има позитиван утицај на здравље људи. Кандидаткиња истиче растуће интересовање за безглутенске производе због све учесталије интолеранције на глутен, што представља прилику за ширу примену сирка у прехранбеној индустрији. На крају уводног поглавља дати су циљеви докторске дисертације: испитивање нутритивних карактеристика семена сирка и његове примене у производњи нових прехранбених производа, како би се унапредила пољопривредна, технолошка и економска експлоатација ове биљне врсте.

Преглед литературе. У овом поглављу обухваћени су литературни подаци повезани са тематиком истраживања докторске дисертације, груписани у шест потпоглавља. У првом потпоглављу под насловом *Нутритивни квалитет зрна сирка*, кандидаткиња детаљно описује основне компоненте које доприносе нутритивној вредности семена сирка. Наводи се да је нутритивни састав зрна сличан оном у кукурузу и пиринчу, посебно по садржају протеина, скроба и минерала. Семе сирка садржи између 1,3% и 3,5% минералних материја, од 2,1% до 7,6% масти, од 1,0% до 3,4% влакана и од 57% до 80,6% угљених хидрата. Најзаступљенији угљени хидрат у семену сирка је скроб, који чини више од 70% укупне масе зрна. Кандидаткиња је указала на то да скроб сирка, иако сличан кукурузном, има специфичности у свом саставу и структурама, које утичу на његову сварљивост. Посебан осврт даје на ниски гликемијски индекс сирка који је последица присуства нескробних полисахарида, као што су арабиноксилани и растворљива влакна, која ограничавају

доступност скроба за варење. Протеини сирка, који чине од 4% до 21% укупне масе семена, састоје се углавном од проламина и глутелина. Проламини, посебно кафирини, чине велики део протеина у семену, али их карактерише слаба сварљивост због присуства дисулфидних веза. Садржај масти у семену сирка варира између 2% и 8%, што је нешто више у поређењу са другим житарицама, као што су пшеница, пиринач и кукуруз. Липиде сирка чине углавном триглицериди, а најзаступљеније масне киселине су линолна и олеинска, које заједно чине преко 80% укупног садржаја масних киселина. Због свог богатог нутритивног профила и одсуства глутена, сирак се издваја као атрактивна алтернатива за особе оболеле од целијакије и може се користити као састојак у безглутенској исхрани. С обзиром на све ове карактеристике, сирак има потенцијал да се користи у производњи висококвалитетних безглутенских производа, што може допринети растућој потражњи за храном са додатом вредношћу. У потпоглављу *Биоактивна једињења и антиоксидативни потенцијал сирка*, кандидаткиња истиче да сирак привлачи све више интересовања, не само због своје способности да расте у сушним и топлим условима, већ и због својих бројних биоактивних једињења. Зрно сирка садржи полифеноле који имају значајну антиоксидативну активност, помажући у спречавању штетног деловања слободних радикала. Полифеноли, као неензимски антиоксиданси, показују високу активност у неутралисању слободних радикала, који ~~су~~ чине веома реактивне молекулске врсте. Зрно сирка обилује специфичним 3-деоксиантоцијанидинима, а његова висока антиоксидативна активност повезује се са повољним деловањем на здравље људи. У трећем потпоглављу под називом *Елементални састав* приказани су основни подаци о минералном саставу семена сирка. У потпоглављу *Здравствени ефекти сирка* објашњавају се различити ефекти семена сирка и његових компонената на здравље људи (антимикробно, антидијабетско, антиканцерогено и антиинфламаторно). Такође, сирак може бити користан у контексту гојазности и прекомерне тежине, пошто садржи тешко сварљиве полисахариде и протеине који могу дугорочно обезбедити осећај ситости и довести до смањеног калоријског уноса. Ово је посебно важно за људе који болују од дијабетеса, јер сирак узрокује постепенији пораст нивоа шећера у крви, што је корисно у контроли ове болести. У потпоглављу *Генетика и ресторер линије* кандидаткиња се осврнула на оплемењивање ове биљне врсте и значајност познавања квалитета ресторер линија. У потпоглављу *Сирак као сировина за прехранбену индустрију* сагледане су могућности примене семена сирка као важне сировине за прехранбену индустрију.

Материјал и методе. Како би се проценио нутритивни потенцијал и биолошка активност семена сирка, примењене су различите хемијске и инструменталне методе у циљу што опсежнијег профилисања узорака. Кандидаткиња је истраживања у оквиру дисертације поделила у три целине у оквиру којих је постоје двадесет два потпоглавља:

А. Анализа параметара квалитета семена сирка је омогућила одабир погодних генотипова за људску исхрану. Испитивани параметри су обухватили одређивање боје семена, садржај пепела, протеина, уља, скроба и танина као антинутријената. Поред наведеног утврђен је и садржај полифенолних једињења: садржај укупне количине

полифенола, флавоноида и антоцијанина, и антиоксидативни капацитет. Прво потпоглавље (*Одређивање параметара боје семена сирка*) објашњава поступак колориметријског одређивања боје зрна сирка помоћу Minolta CR-400. У оквиру другог потпоглавља (*Стандардне анализе за утврђивање квалитета семена*) описане су спроведене анализе у циљу утврђивања садржаја влаге, пепела, скроба, протеина, и уља у складу са међународним стандардима за храну, уз дефинисање максималних и минималних вредности за селекцију генотипова погодних за исхрану људи. Четврто потпоглавље (*Припрема екстракта сирка*) описује екстракцију полифенола из семена сирка коришћењем метанола или 70% раствора ацетона, након чега су у више потпоглавља детаљно описане методе којима је утврђен садржај полифенолних једињења: садржај укупне количине полифенола, флавоноида и антоцијанина, и антиоксидативни капацитет.

Б. Одабрани генотипови са високим производним потенцијалом за употребу у прехранбеној индустрији представљали су основу за детаљнија испитивања нутритивног квалитета. Фокус овог дела истраживања је усмерен на елементалну анализу, анализу полифенолног, аминокиселинског и маснокиселинског састава. Свака од анализа детаљно је објашњена у потпоглављима: *Одређивање садржаја 3-деоксиантоцијанина*, *Антиоксидативна активност одабраних генотипова сирка*, *Одређивање садржаја макро- и микро- елемената у семену сирка спектроскопијом са индиковано-спрегнутом плазмом (ICP-OES)*, *Одређивање аминокиселинског састава у семену сирка* и *Одређивање маснокиселинског састава у семену сирка*.

Ц. Последња целина усмерена је на испитивања примене сирка у производњи безглутенског чајног пецива и његову анализу. У овом потпоглављу приказан је састав три узорка безглутенског чајног пецива. За контролни узорак безглутенског чајног пецива, као и за узорке са 20% и 40% додатка интегралног брашна сирка, анализирани су физичке карактеристике, текстуална својства и хемијски састав. Сензорно профилисање узорака спроведено је применом RATA (*Rate-All-That-Apply*) методе, која је омогућила детаљно, прецизно и брзо профилисање. У сензорно оцењивање укључена су два комерцијално доступна безглутенска производа како би се боље разумела сензорна својства креираних производа и што ближе дефинисали нови производи.

У целинама *Статистичка обрада података* и *Вештачке неуронске мреже*, описани су коришћени статистички тестови и софтвери за обраду резултата. Као показатељи варијабилности испитиваних својстава приказани су средња вредност понављања и стандардна девијација (Microsoft Excel, Microsoft 365). Приказани су резултати корелационе анализе (СА), анализе главних компонената (РСА) и хијерархијске кластер анализе (НСА).

Резултати и дискусија. Резултате истраживања кандидаткиња је приказала у три целине са петнаест потпоглавља. Резултати су приказани прегледно, јасно и концизно кроз текстуалну анализу, слике и табеле, док је дискусија дата заједно са поређењима са резултатима релевантних истраживања у областима које се тичу теме дисертације. У првој целини *Резултати анализе параметара квалитета семена сирка из IFVCNS колекције* показано је да колекцију одликују велике разлике у погледу нутритивног квалитета.

Садржај уља у семену сирка варирао је од 1,6% до 6,6%, док је просечан садржај протеина био 19,8%, садржај скроба је био у распону од 57,1% до 93,3%, а садржај полифенола и танина варирао је у зависности од примене екстракционог средства. Сви добијени резултати су у складу са литературним подацима и указују на значајну нутритивну вредност сирка, што га чини потенцијалним биљним ресурсом за производњу хране са додатом вредношћу. DPPH тест је у првом делу истраживања искоришћен за процену антиоксидативне активности узорака целе колекције, при примењеној концентрацији, показао је најмању способност уклањања слободних радикала од 25,6% неутрализације, док је највећа способност 90,4% неутрализације DPPH радикала. На основу већег броја улазних променљивих (TP MeOH, TT MeOH, TF MeOH, TA MeOH, TP A, TT A и Pro A), применом вештачке неуронске мреже (ANN), развијен је модел за предвиђање антиоксидативног потенцијала зрна сирка. Истакнуто је да је оптимални модел изграђен са 12 неурона у скривеном слоју унутар мреже (са седам улаза и једним излазом; коефицијент детерминације r^2 0,969). Као резултат истраживања нутритивног квалитета идентификовано је и селековано шеснаест генотипова сирка који показују највећи потенцијал за даљу примену у развоју висококвалитетних прехранбених производа, па су управо ови генотипови представљали основу за даља испитивања у оквиру целине *Резултати процене нутритивног квалитета семена сирка изабраних генотипова*. HPLC анализа 3-деоксиантоцијанина указала је на присуство девет полифенолних једињења у испитиваним узорцима, а добијени резултати су показали да су апигенинидин и 7-метоксиапигенинидин доминантни 3-деоксиантоцијанини и у просеку чине око 40% укупних 3-деоксиантоцијанина у испитиваних шеснаест генотипова. Приказано је на који начин се узорци групишу применом PCA и HCA анализе, где се јасно издвајају узорци S2, S5 и S6, због веће количине апигенинидин глукозида и мале количине деривата лутеолидина и цијанидина у односу на остале узорке. Приказани су резултати антиоксидативне активности одређене на више начина: као способности неутрализације 2,2-дифенил-1-пикрилхидразил (DPPH) радикала, FRAP (енг. *Ferric Reducing Antioxidant Power*) и ABTS (2,2'-азино-бис-(3-етилбензотиазолин-6-сулфонска киселина)) методама. Елементални састав одређен је применом индуковано спрегнуте плазме са атомском емисионом спектроскопском детекцијом, што је омогућило увид у минерални састав али и накнадну процену теоријског уноса нутријената које су показале да унос 100 g сирка може задовољити између 14% и 29% дневне потребе за магнезијумом, док унос од око 70 g сирка може у потпуности задовољити дневне потребе за фосфором (44–97%) и селеном (44–125%). Укупни садржај аминокиселина детектован је у свим узорцима помоћу *Biochrom 30+* анализатора, а резултати су показали да узорци S11 и S16 имају највиши садржај аминокиселина (13,74 g 100 g⁻¹ и 13,06 g 100 g⁻¹ узорка, респективно). Такође, оно што је интересантно јесте да се узорак S14 издваја од осталих узорака будући да га карактерише специфичан профил аминокиселина са повишеним количинама глутаминске киселине, пролина, метионина, изолеуцина, леуцина и фенилаланина, али смањене количине глицина, лизина и аргинина. Квалитативном и квантитативном анализом, у узорку S3 детектовано је 10 масних киселина,

док је најмањи број масних киселина био у узорцима S14 и S16. Као најдоминантније масне киселине истичу се палмитинска (заступљеност од 22,0% до 62,5%) и хенеикозилинска (заступљеност од 18,9% до 28,6%). У оквиру треће целине, *Производња и анализа безглутенског чајног пецива*, јасно и концизно је приказан процес производње и сировински састав безглутенских чајних пецива. Кроз текстуалну анализу, слике и табеле објашњени су добијени резултати физичких, текстуралних и хемијских анализа. Сензорна анализа обављена је коришћењем RATA (*Rate-All-That-Apply*) методологије, која је омогућила добијање детаљног увида у сензорне карактеристике производа. Резултати су анализирани кроз више приступа и представљени на начин који пружа свеобухватан поглед на утицај додатка интегралног брашна сирка на сензорни профил чајног пецива. Word cloud је изабран као први визуелни алат при интерпретацији и комуникацији података, олакшавајући разматрање кључних атрибута и њихових учесталости. Анализа различитих сензорних атрибута омогућила је лакше препознавање доминантних карактеристика сваког узорка, као и разлика међу њима кроз Венов дијаграм и пауков графикон. *Biplot* у две димензије јасно приказује однос између различитих производа и њихових сензорних атрибута, чиме је олакшана идентификација кључних карактеристика и разлика међу узорцима. Сви ови приступи су пружили детаљан увид у утицај додатка интегралног брашна сирка на сензорни профил чајног пецива.

Закључци. У овом поглављу сумирани су резултати истраживања и приказани следећи закључци:

1. Анализиране узорке колекције Института за ратарство и повртарство у Новом Саду, Института од националног значаја за Републику Србију карактерише садржај уља у распону од 1,6% до 6,6%, садржај протеина од просечно 19,8%, садржај пепела у распону од 1,2% до 3,6%, и садржај скроба од 57,1% до 93,3% апсолутно суве масе.
2. Укупни садржај полифенола у испитиваним генотиповима сирка креће се између 0,6 g kg⁻¹ и 11,3 g kg⁻¹ (изражено као GAE) у метанолним екстрактима и 1,1 g kg⁻¹ и 17,1 g kg⁻¹ (изражено као GAE) у ацетонским екстрактима.
3. DPPH тест примарно искоришћен за процену антиоксидативне активности узорака целе колекције, при примењеној концентрацији, показао је најмању способност уклањања слободних радикала од 25,6% неутрализације, док је највећа способност 90,4% неутрализације DPPH радикала.
4. На основу улазних променљивих (TP MeOH, TT MeOH, TF MeOH, TA MeOH, TP A, TT A и Pro A), применом вештачке неуронске мреже (ANN), могуће је креирати добру способност генерализације података и предвиђања антиоксидативног потенцијала зрна сирка. Оптимални модел је изграђен са 12 неурона у скривеном слоју унутар мреже (са седам улаза и једним излазом), који је достигао коефицијент детерминације r^2 од 0,969 и ниску вредност суме квадрата разлика од 2,403.
5. Као резултат истраживања нутритивног квалитета, из анализиране колекције идентификовано је и селековано шеснаест генотипова сирка који показују највећи потенцијал за даљу примену у развоју висококвалитетних прехранбених производа. Ови

генотипови представљају значајан ресурс за унапређење нутритивног профила и технолошких својстава производа на бази сирка.

6. Квалитативном и квантитативном HPLC анализом утврђено је да су полифенолна једињења: лутеолинидин, апигенинидин, апигенинидин глукозид и 5-метоксилутеолинидин најзаступљенији 3-деоксиантоцијанини у испитиваним генотиповима високог потенцијала за употребу у производњи хране. Највећа количина 3-деоксиантоцијанина забележена је у узорцима S8 и S11, где је апигенинидин уочен као главно једињење. Најмања количина 3-деоксиантоцијанина одређена је у узорку S10, са малим количинама деривата цијанидина и 7-метоксапигенинидина.
7. Највећи укупни садржај аминокиселина детектован је у узорцима S11 и S16 (13,74 g 100 g⁻¹ и 13,06 g 100 g⁻¹ узорка). Насупрот томе, узорци S2 (9,64 g 100 g⁻¹ узорка) и S8 (9,66 g 100 g⁻¹ узорка) имали су најнижи квантификовани садржај аминокиселина. Узорак S14 карактерише специфичан профил аминокиселина са повишеним количинама глутаминске киселине, пролина, метионина, изолеуцина, леуцина и фенилаланина, али смањене количине глицина, лизина и аргинина у поређењу са другим узорцима.
8. Квалитативном и квантитативном анализом, у узорку S3 детектовано је 10 испитиваних масних киселина, док је најмања заступљеност испитиваних масних киселина одређена у узорцима S14 и S16. Најдоминантније масне киселине у испитиваним узорцима су палмитинска (заступљеност од 22,0% до 62,5%) и хенеикозилинска (заступљеност од 18,9% до 28,6%). Забележен је значајан садржај елаидинске киселине у свим испитиваним узорцима, осим у узорку S14. *Cis*-11,14-еикозадиеноинска киселина детектована само у узорцима S1, S3 и S4 са уделом од 6,4%, 6,9% и 5,1%, респективно.
9. Укључивање сирка у исхрану може значајно допринети задовољењу дневних потреба за појединим минералима, будући да су се испитивани генотипови показали као значајан извор фосфора (P), мангана (Mn), гвожђа (Fe), бакра (Cu), хрома (Cr) и селена (Se). Процене показују да унос од 100 g сирка може задовољити између 14% и 29% дневне потребе за магнезијумом (Mg), а унос од око 70 g сирка може у потпуности задовољити дневне потребе за P (44–97%) и Se (44–125%).
10. Постоји добра корелација између резултата антиоксидативне активности добијене различитим методама. Вредности добијене ABTS тестом су биле веће од вредности добијене DPPH методом за шеснаест испитиваних узорака, будући да је интерференција антоцијанина довела до потцењивања антиоксидативне активности у DPPH тесту. Применом оба теста, узорак S10 показао је најмању антиоксидативну активност. Ипак, овај узорак показао је значајно одступање и неочекивану вредност антиоксидативне активности применом FRAP методе. Узорак S4 показао је највећи антиоксидативни потенцијал применом сва три теста.
11. Интегрално брашно сирка због својих антиоксидативних својстава, као и значајног удела минерала, може бити веома значајан додатак у кондиторским и пекарским производима. Додатак интегралног брашна сирка показује тренд повећања биолошке вредности финалног производа, нарочито у погледу садржаја полифенолних једињења

и не показује негативни утицај на сензорни профил производа.

12. Узорци безглутенског чајног пецива са додатком интегралног брашна сирка позитивно су оцењени у погледу параметара боје, текстуре и укупне прихватљивости од стране сензорног панела. Контролни узорак показао је најбоље резултате у погледу визуелног квалитета и карактеришу га изузетна уравнотеженост својства хрскавости и слатке ароме. Узорак са 20% интегралног брашна сирка и узорак са 40% интегралног брашна сирка показали су уравнотежене резултате у погледу текстуре и ароме.

Литература. У дисертацији је на правилан начин наведено 129 литературних извора. Избор референци је актуелан и одговара предмету проучавања докторске дисертације.

Прилози. Као прилог дати су: листа 172 коришћене ресторер линије сирка, резултати анализа, лексикон дескриптора коришћених у сензорној анализи, ЕПР спектри и Решење Етичке комисије.

5. ОСТВАРЕНИ РЕЗУЛТАТИ И НАУЧНИ ДОПРИНОС ДИСЕРТАЦИЈЕ

Реализацијом ове дисертације детаљно су испитани основни параметри нутритивног квалитета сирка, чиме су издвојени генотипови погодни за експлоатацију у прехранбеној индустрији. Применом савремених аналитичких метода добијен је детаљан увид у потенцијалне здравствене бенефите сирка као перспективне сировине, при чему подаци о антиоксидативној активности семена јасно истичу његов антиоксидативни потенцијал. Анализа полифенолног профила различитих генотипова показала је да је ово безглутенско жито богато полифенолним једињењима. Квалитативне и квантитативне разлике у садржају појединачних полифенола међу генотиповима пружају детаљан увид у квалитет и њихов потенцијал као перспективне сировине. Испитивање елементалног састава пружило је информацију о садржају есенцијалних, као и потенцијално токсичних елемената.

Актуелност теме заснива се на чињеници да до данас, на нашим просторима, није рађена биохемијска карактеризација семена сирка са циљем издвајања генотипова за конзумну употребу. Допринос ове докторске дисертације се не огледа само у карактеризацији нутритивног квалитета и примени ове врсте у развоју висококвалитетних прехранбених производа, већ су добијени резултати истраживања од велике важности и за даљи оплемењивачки и селекциони програм сирка.

6. ОБЈАВЉЕНИ И САОПШТЕНИ РЕЗУЛТАТИ

У сарадњи са другим ауторима кандидаткиња је написала два научна рада која су садржински повезана са дисертацијом и објављена у међународним часописима из категорије M20, и то један из категорије M21a (рад у међународном часопису изузетних вредности) и један из категорије M23 (национални часопис међународног значаја).

1. **Jaćimović, S.**, Kiproviski, B., Ristivojević, P., Dimić, D., Nakarada, Đ., Dojčinović, B., Sikora, V., Teslić, N., Pantelić, N.Đ. (2023). Chemical Composition, Antioxidant Potential, and Nutritional Evaluation of Cultivated Sorghum Grains: A Combined Experimental, Theoretical, and Multivariate Analysis. *Antioxidants*, 12(8), 1485. <https://doi.org/10.3390/antiox12081485>. (M21a)
2. **Jaćimović, S.**, Kiproviski, B., Sikora, V., Pezo, L., Pantelić, N. (2024). Diversity in nutritional and functional quality of sorghum restorer lines collection. *Journal of Food and Nutrition Research*, 6(3), 205–2014. ISSN 1336-8672. (M23)

Поред тога, објављена су и два саопштења на конференцијама која су садржински повезана са дисертацијом (саопштења са међународног скупа штампано у изводу - M34):

1. **Bukonja, S.**, Pestorić, M., Tomić, J., Maravić, N., Ubiparip Samek, D., Kiproviski, B., Pantelić, N. (2024). Unveiling sensory insights into gluten-free cookies with sorghum flour. 5th International Congress "Food Technology, Quality and Safety - FoodTech 2024", 16-18 October 2024, Novi Sad, p. 272.
2. **Jaćimović, S.**, Kiproviski, B., Sikora, V., Pantelić, N. (2022). Diversity of nutritional quality in IFVCNS grain sorghum collection. 25th EUCARPIA Maize and Sorghum "Conference Current Challenges and New Methods for Maize and Sorghum Breeding", 30 May - 2 June 2022, Belgrade, p. 24.

7. ЗАКЉУЧАК И ПРЕДЛОГ

На основу анализе докторске дисертације под насловом: „Нутритивни квалитет семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) и потенцијал примене у прехранбеној индустрији“ коју је поднела Симоне Ж. Јаћимовић, маг. инж. технол., комисија сматра да је дисертација урађена према одобреној пријави теме и да представља оригинално и самостално научно дело из области Технолошког инжењерства. У уводу и прегледу литературе кандидаткиња је детаљно анализирала литературу везану за нутритивни квалитет семена сирка, детаљно изнела податке о његовим здравственим бенефитима и могућностима примене у прехранбеној индустрији. Кандидаткиња је истакла своје знање и упућеност у најновије трендове у области технолошког инжењерства, прехранбене технологије и биохемије, који укључују анализу и примену нових сировина биљног порекла. На основу прегледа литературе успешно је образложена тематика докторске дисертације. Предмет и циљеви истраживања су правилно дефинисани и постављени, док је програм истраживања добро осмишљен. Методе примењене у експерименталном делу су савремене, док су резултати прегледно приказани, правилно анализирани и упоређени са литературним подацима. Из резултата су правилно изведени закључци.

Значај ове теме произилази из чињенице да до сада није спроведена детаљна биохемијска анализа семена сирка на нашем подручју, с циљем идентификације генотипова погодних за људску исхрану. Остварени резултати представљају вредан допринос, не само

у контексту унапређења селекције и оплемењивања сирка, већ и у његовој примени за развој нутритивно вредних прехранбених производа. У оквиру дисертације, кандидаткиња прати светске научне трендове у којима безглутенско жито и житарице са великом отпорношћу на климатске промене заузимају све важнију улогу у истраживањима.

Имајући у виду квалитет, обим и научни допринос постигнутих и приказаних резултата, Комисија позитивно оцењује докторску дисертацију кандидаткиње Симоне Ж. Јаћимовић, маг. инж. технол., под насловом: „Нутритивни квалитет семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) и потенцијал примене у прехранбеној индустрији“ и предлаже Наставно-научном већу Пољопривредног факултета, Универзитета у Београду да прихвати позитивну оцену и омогући кандидаткињи јавну одбрану.

Београд, 03.03.2025. године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ:

Др Мирјана Демин, редовни професор
Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Наука о преради ратарских сировина)

Др Саша Деспотовић, ванредни професор
Универзитет у Београду – Пољопривредни факултет
(ужа научна област: Наука о конзервасању и врењу)

Др Владимир Сикора, научни саветник
Институт за ратарство и повртарство у Новом Саду
(ужа научна дисциплина: Генетика и оплемењивање биљака)

Оцена извештаја о провери оригиналности докторске дисертације

На основу Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду и налаза у извештају из програма iThenticate којим је извршена провера оригиналности докторске дисертације под насловом „**Нутритивни квалитет семена сирка (*Sorghum bicolor* L. Moench) и потенцијал примене у прехрамбеној индустрији**“ аутора Симоне Јаћимовић, констатујемо да је утврђено подударење текста које износи 22% за 182 извора. Највеће подударности од 4% и 3%, утврђене су као последица претходно публикованих резултата проистеклих из дисертације:

- Јаћимовић, S., Kiproviski, B., Ristivojević, P., Dimić, D., Nakarada, Đ., Dojčinović, B., Sikora, V., Teslić, N., Pantelić, N.Đ. (2023). Chemical Composition, Antioxidant Potential, and Nutritional Evaluation of Cultivated Sorghum Grains: A Combined Experimental, Theoretical, and Multivariate Analysis. *Antioxidants*, 12(8), 1485;
- Јаћимовић, S., Kiproviski, B., Sikora, V., Pezo, L., Pantelić, N. (2024). Diversity in nutritional and functional quality of sorghum restorer lines collection. *Journal of Food and Nutrition*.

За остале изворе утврђен је нижи степен подударности као последица описаних поступака и метода, библиографских података о коришћеној литератури, тзв. општих места и података, назива инструмената, произвођача као и хемијских једињења, што је у складу са чланом 9. Правилника.

На основу свега изнетог, а у складу са чланом 8. став 2. Правилника о поступку провере оригиналности докторских дисертација које се бране на Универзитету у Београду, изјављујемо да извештај указује на оригиналност докторске дисертације, те се прописани поступак припреме за њену одбрану може наставити.

У Београду, 29.01.2025.

Ментори:

др Небојша Ђ. Пантелић

др Биљана М. Кипровски