

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

Милена Вујановић, мастер биохемије

I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ
<p>1. Датум и орган који је именовao комисију</p> <p>04.09.2020. године, Наставно-научно веће Технолошког факултета Нови Сад, Универзитет у Новом Саду.</p>
<p>2. Састав комисије са назнаком имена и презимена сваког члана, звања, назива уже научне области за коју је изабран у звање, датума избора у звање и назив факултета, установе у којој је члан комисије запослен:</p> <ul style="list-style-type: none">• др Владимир Томовић, редовни професор, Прехрамбено инжењерство, датум избора у звање: 25.02.2020. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, председник;• др Марија Радојковић, ванредни професор, Хемијско инжењерство, датум избора у звање: 01.05.2018. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, ментор;• др Александра Цветановић, научни сарадник, Фармацеутско инжењерство, датум избора у звање: 28.02.2018. године, Технолошки факултет Нови Сад, Универзитет у Новом Саду, члан;• др Ивана Беара, ванредни професор, Биохемија, датум избора у звање: 01.03.2016. године, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан.
II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ
<p>1. Име, име једног родитеља, презиме: Милена, Драго, Вујановић</p>
<p>2. Датум рођења, општина, држава: 15.12.1990. године, Пљевља, Црна Гора</p>
<p>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, Биохемија, Мастер биохемије</p>
<p>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија 2015. година, Прехрамбено инжењерство</p>
<p>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: /</p>
<p>6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: /</p>
III НАСЛОВ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:
<p>Хемијски састав, биолошке и функционалне карактеристике нових производа од зове</p>

IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација кандидата Милене Вујановић изложена је у седам поглавља:

1. Увод (стр. 1-2)
2. Општи део (стр. 3-50)
3. Експериментални део (стр. 51-75)
4. Резултати и дискусија (стр. 76-177)
5. Закључци (стр. 178-184)
6. Литература (стр. 185-210)
7. Прилози (стр. 211-238)

Докторска дисертација је написана на 259 нумерисаних страница А4 формата, са 25 слика, 77 табела, 46 хистограма, 1 дијаграм, 324 литературна навода и 15 прилога. Кључна документацијска информација је написана на српском и енглеском језику и приложена је на почетку докторске дисертације.

V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У **уводном делу** докторске дисертације описан је значај и перспектива функционалне хране. Такође, истакнут је потенцијал лековитих биљних сировина, које су заступљене на Балканском полуострву и могућност њихове експлоатације, са идејом побољшања и унапређења квалитета већ постојећих и креирања нових прехранбених производа. Указано је на важност технолошких операција које су од изузетног значаја за добијање високо квалитетних производа. У оквиру уводног дела дефинисани су циљеви истраживања производа добијених од биљне врсте рода *Sambucus nigra* L.

Општи део докторске дисертације обухвата шест потпоглавља. Прво потпоглавље се односи на нове прехранбене производе, актуелне трендове у прехранбеној индустрији, производњу функционалне хране, као и на функционалне компоненте које производима дају биолошки значај. У другом потпоглављу описани су нови прехранбени производи на бази различитог бобичастог воћа. У трећем потпоглављу је истакнут значај биоактивних молекула и здравствени бенефити бобичастог воћа. Здравствени бенефити се односе на биолошки потенцијал бобичастог воћа које укључује антиоксидативну, неуропротективну, антитирозилазну и антидијабетогену активност. Четврто потпоглавље обухвата перспективу и изазове у креирању нових функционалних производа на бази бобичастог воћа, са нагласком на употребу самониклих биљних култура. Такође, у овом потпоглављу је описан значај истраживања на нивоу гена, као и примена добијених резултата у превенцији здравља од различитих болести савременог доба. У петом потпоглављу су описане могућности прераде бобичастог воћа, примена савремених и традиционалних технолошких поступака у процесу добијања нових прехранбених производа. Шесто потпоглавље се односи на зову, биљну врсту рода *S. nigra* L., њену таксономију и распрострањеност. У оквиру овог потпоглавља описан је изглед, хемијски састав и биолошки потентни молекули зове.

Експериментални део обухвата дванаест потпоглавља. У првом потпоглављу описан је биљни материјал који је употребљен за истраживање, у оквиру ове докторске дисертације, као и начин карактеризације биљног материјала. Ово потпоглавље дисертације описује и примењене технике сушења биљне сировине. Друго потпоглавље обухвата детаљан опис примењених техника екстракције, у циљу добијања биљних екстраката, док треће и четврто потпоглавље описују начин добијања матичног сока и вина од плодова зове. У петом потпоглављу су наведени параметри који описују квалитет матичног сока и вина од плодова зове. Шесто потпоглавље описује процес хидродестилације биљног материјала (плод и цвет зове) као један од начина за добијање етарског уља. У седмом потпоглављу је описана фитохемијска анализа производа на бази зове, док је у осмом потпоглављу описан хемијски састав добијеног етарског уља. Девето потпоглавље садржи детаљан опис одређивања биолошких и функционалних карактеристика производа на бази зове. У десетом потпоглављу је описано инструментално одређивање боје матичног сока, а у једанаестом потпоглављу је објашњен начин одређивања квалитета матичног сока од плодова зове. Дванаесто потпоглавље обухвата статистичке методе које су примењене за обраду експериментално добијених резултата анализе.

Поглавље **Резултати и дискусија** обухвата три потпоглавља у којима су приказани резултати истраживања. Резултати су представљени на хистограмима и у табелама и објашњени су на методолошки јасан начин.

Прво потпоглавље описује хемијски састав екстраката плодова биљне врсте *S. nigra*. У оквиру овог потпоглавља представљен је садржај суве материје, укупних фенола, флавоноида, мономерних антоцијана и танина, као и полифенолни профил испитиваних екстраката. Ово потпоглавље обухвата и биолошке и функционалне карактеристике екстраката плодова биљне врсте *S. nigra*, које подразумева резултате анализе антиоксидативне, неуропротективне, антитирозилазне и антидијабетогене активности. У циљу бољег разумевања и уочавања корелације између садржаја биомолекула и биолошког потенцијала екстраката плодова зове у овом потпоглављу је представљена регресиона анализа садржаја укупних фенолних компоненти и доминантних једињења у екстрактима плодова биљне врсте *S. nigra* и антиоксидативне активности, регресиона анализа садржаја укупних фенолних компоненти и доминантних једињења у екстрактима плодова биљне врсте *S. nigra* и ензим инхибиторне активности, као и РСА анализа антиоксидативних и ензим инхибиторних тестова испитиваних екстраката.

Друго потпоглавље поглавља Резултати и дискусија описује хемијски састав екстраката цвета биљне врсте *S. nigra*. У оквиру овог потпоглавља представљен је садржај суве материје,

укупних фенола и флавоноида, као и полифенолни профил испитиваних екстраката. Ово потпоглавље обухвата и биолошке и функционалне карактеристике екстраката цвета биљне врсте *S. nigra*, које подразумева резултате анализе антиоксидативне, неуропротективне, антитирозиназне и антидијабетогене активности. У циљу бољег разумевања и уочавања корелације између садржаја биомолекула и биолошког потенцијала екстраката цвета зове у овом потпоглављу је представљена РСА анализа полифенолног профила испитиваних екстраката цвета биљне врсте *S. nigra*, регресиона анализа садржаја укупних фенолних компоненти и доминантних једињења у екстрактима цвета биљне врсте *S. nigra* и антиоксидативне активности, као и регресиона анализа садржаја укупних фенолних компоненти и доминантних једињења у екстрактима цвета биљне врсте *S. nigra* и ензим инхибиторне активности. Треће потпоглавље обухвата добијене производе на бази зове. Први део овог потпоглавља се односи на матични сок од плодова зове. У оквиру овог дела потпоглавља описан је хемијски састав матичног сока, садржај укупних фенолних једињења и полифенолни профил. Такође, објашњене су биолошке и функционалне карактеристике матичног сока које укључују антиоксидативну и ензим инхибиторну активност. Дефинисана је боја, сензорски профил, степен сензорске прихватљивости и сензорска оцена боје матичног сока. У овом делу докторске дисертације описано је и вино од плодова зове које је добијено различитим температурним третманима (60 °C у току 5 минута, 60 °C у току 10 минута, 70 °C у току 5 минута и без топлотног третмана). Приказан је и хемијски састав и фитохемијски састав вина који укључује садржај укупних фенола, флавоноида, мономерних антоцијана, танина, као и полифенолни профил. Представљене су биолошке и функционалне карактеристике вина од плодова зове које подразумевају антиоксидативни, неуропротективни, антитирозиназни и антидијабетогени потенцијал. Трећи део овог истраживања описује хемијски састав етарског уља које је добијено од плода и цвета биљне врсте *S. nigra*, као и његову потенцијалну примену у различитим гранама индустрије као новог производа.

У поглављу **Закључци** јасно и прецизно су изведени закључци из резултата и дискусије овог научноистраживачког рада.

У оквиру поглавља **Литература** наведено је 320 литературних навода по абецедном реду који су цитирани у докторској дисертацији. Избор литературе је изведен на основу актуелности и значаја за област научног истраживања и практичне примене којом се бави ова дисертација.

Последње поглавље **Прилози** обухвата резултате статистичке обраде узорака који су испитани у овој докторској дисертацији.

VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

Радови проистекли из истраживања у оквиру рада на докторској дисертацији:

M21 - Рад у врхунском међународном часопису

1. **Vujanović, M.**, Majkić, T., Zengin, G., Beara, I., Cvetanović, A., Mahomoodally, F.M., Radojković, M. (2019). Advantages of contemporary extraction techniques for the extraction of bioactive constituents from black elderberry (*Sambucus nigra* L.) flowers. *Industrial Crops and Products*, 136, 93-101.

M22 - Рад у истакнутом међународном часопису

1. **Vujanović, M.**, Zengin, G., Đurović, S., Mašković, P., Cvetanović, A., Radojković, M. (2019). Biological activity of extracts of traditional wild medicinal plants from the Balkan Peninsula. *South African Journal of Botany*, 120, 213-218.

M34 - Саопштење са међународног скупа штампано у изводу:

1. Radojković, M., Morais, S., Soares, C., Barroso, F., **Vujanović, M.**, Đurović, S., Zeković, Z., Delerue-Matos, C. Influence of different microwave-assisted extraction conditions on total phenolics content of some medicinal herbs of Balkan area, 3. International Conference on

Natural Products Utilization: From Plants to Pharmacy Shelf, 18-21. oktobar 2017., Bansko, Bugarska, Book of abstracts pp. 291, ISBN 978-619-7240-48-1.

2. Radojković, M., Mašković, P., Đurović, S., Filipović, V., Filipović, J., **Vujanović, M.**, Vukmanović, S. The application of medicinal plants in the production of functional products, 3. International Conference on Natural Products Utilization: From Plants to Pharmacy Shelf, 18-21. oktobar 2017., Bansko, Bugarska, Book of abstracts pp. 95, ISBN 978-619-7240-48-1.
3. **Vujanović, M.**, Radojković, M., Zengin, G., Majkić, T., Beara, I., Đurović, S. A wild plant as rich source of biologically active components and potential supplements to food products, 3rd International Conference on Plant Biology (22nd SPPS Meeting), 9-12. jun 2018., Beograd, Srbija, Book of abstracts pp. 152-153, ISBN 978-86-912591-4-3 (SPPS).
4. Radojković, M., **Vujanović, M.**, Đurović, S., Zengin, G., Majkić, T., Beara, I. The flower of *Sambucus nigra* L. in the role of phytopreparate and nutritional supplement, The 22th International Congress Phytopharm, 25-27. jun 2018., Horgen/Cirih, Book of abstracts pp.119, ISSN 1683-4100.
5. **Vujanović, M.**, Zengin, G., Miljić, U., Majkić, T., Beara, I., Đurović, S., Radojković, M. Biological activity of different type of elderberry wine, The 11th International Scientific and Professional Conference, 18-19. oktobar 2018., Split, Hrvatska, Book of abstracts, pp. 67, ISBN 978-953-7803-09-4.
6. Radojković, M., Zengin, G., Majkić, T., Beara, I., Nebrigić, V., **Vujanović, M.** Studies of biological activity of elderberry juice: new source of natural products to improve health in the formulation of functional products, The 11th International Scientific and Professional Conference, 18-19. oktobar 2018., Split, Hrvatska, Book of abstracts, pp. 63, ISBN 978-953-7803-09-4.
7. **Vujanović, M.**, Zengin, G., Bajac, J., Nikolovski, B., Radojković, M. The influence of modern and conventional extraction techniques on the biological activity of the fruit of elderberry, IV International Congress Food Technology, Quality and Safety, 23-25. oktobar 2018., Novi Sad, Srbija, Book of abstracts, pp. 83, ISBN 978-86-7994-056-8.
8. **Vujanović, M.**, Zengin, G., Majkić, T., Beara, I., Nebrigić, V., Radojković, M. Biological activity of flowers of *Sambucus nigra* L. and potential application as a food supplement. XII Conference of Chemists, Technologists and Environmentalists of Republic of Srpska, 2-3. novembar 2018., Teslić, Banja Vrućica, Republika Srpska, Book of abstracts, pp. 94, ISBN 978-86-99938-54-72-2.
9. Radojković, M., **Vujanović, M.**, Đurović, S., Čavić, D., Vukmanović, S., Zeković, Z. Phytochemical screening of essential oil of berry fruits dried by modern and traditional drying techniques. XII Conference of Chemists, Technologists and Environmentalists of Republic of Srpska, 2-3. novembar 2018., Teslić, Banja Vrućica, Republika Srpska, Book of abstracts, pp. 98, ISBN 978-86-99938-54-72-2.
10. **Vujanović, M.**, Radojković, M., Zengin, G., Majkić, T., Beara, I., Cvetanović, A., Zeković, Z. Fresh fruits of elderberry (*Sambucus nigra* L.) as unimproved potential of biologically active compounds. International Conference on Natural Products Utilization: from Plants to Pharmacy Shelf, 29. maj - 1. jun 2019., Albena, Bugarska, Book of abstracts, pp. 113, ISSN 2682-9487.
11. **Vujanović, M.**, Radojković, M., Zengin, G., Majkić, T., Beara, I., Cvetanović, A., Nebrigić, V. *Sambucus nigra* L. as multi-target agent for several diseases. International Conference on Advanced Production and Processing, 10-11. oktobar 2019., Novi Sad, Srbija, ISBN 978-86-6253-102-5.
12. Radojković, M., **Vujanović, M.**, Zengin, G., Majkić, T., Beara, I., Đurović, S., Zeković, Z. Freeze dried berries as source of nutritionally valuable compounds. International Conference

on Advanced Production and Processing, 10-11. oktobar 2019., Novi Sad, Book of abstracts, pp. 212, ISBN 978-86-6253-102-5.

M63 - Саопштење са скупа националног значаја штампано у целини:

1. Radojković, M., Mašković, P., Đurović, S., Filipović, V., Filipović, J., **Vujanović, M.**, Nićetin, M. Tehnološki potencijal lekovitog bilja Balkana, 22. Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem, 10-11. mart 2017., Čačak, Srbija, Knjiga izvoda, pp. 479-484, ISBN 978-86-87611-48-1.

M64 - Саопштење са скупа националног значаја штампано у изводу:

1. **Vujanović, M.**, Filipović, J., Radojković, M. Primena lekovitog bilja u pekarskim proizvodima, IV konferencija mladih hemičara Srbije, 5. novembar, 2016., Beograd, Srbija, Knjiga izvoda, pp. 13, ISBN 978-86-7132-064-1.

2. **Vujanović, M.**, Zengin, G., Majkić, T., Radojković, M. The influence of the extraction technique and applied solvent on the biological activity of the extracts of *Sambucus nigra* L. flowers, Sixth Conference of the Young Chemists of Serbia, 27. oktobar 2018., Beograd, Srbija, Knjiga izvoda, pp. 13, ISBN 978-86-7132-072-6.

3. **Vujanović, M.**, Majkić, T., Beara, I., Radojković, M. Utilization of plant species *Sambucus nigra* L. in order to obtain potential functional products with therapeutic effects. 7th Conference of Young Chemists of Serbia, 2. novembar 2019. Beograd, Srbija, Knjiga izvoda, pp. 28, ISBN 978-86-7132-076-4 .

VII ZAKЉUČCI OДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

У оквиру ове докторске дисертације добијени су различити производи (екстракти, матични сок, вино и етарска уља) на бази плода и цвета зове (*S. nigra*) и оцењене су њихове хемијске, биолошке и функционалне карактеристике, као и могућност употребе ове биљне сировине на индустријском нивоу. Процес сушења одвијао се применом традиционалне и савремене (лиофилизација) технике сушења. Изоловање биомолекула и добијање екстраката биљне врсте рода *Sambucus* је изведено традиционалном (мацерацијом, МАЦ) и савременим (ултразвучном, УАЕ и микроталасном, МАЕ) екстракционим техникама. Традиционалним начином цеђења плодова добијен је матични сок, а по стандардном поступку производње црвених вина добијено је вино од плодова зове. Применом поступка хиродестилације добијено је етарско уље из плода и цвета зове. На основу остварених резултата изведени су следећи закључци:

- Водени и етанолни МАЕ екстракти лиофилизованих плодова су најбољи извор укупних фенола, флавоноида, мономерних антоцијана и танина. У случају изоловања укупних фенола и флавоноида из плодова, вода је бољи екстрагенс, док је 50% етанол ефикаснији екстрагенс када је реч о екстраховању укупних мономерних антоцијана и танина.
- У екстрактима плода и цвета зове доминантне фенолне киселине су: хлорогенска киселина и протокатехинска киселина, док су најзаступљенији флавоноиди: рутин, кверцетин, кверцетин-3-О-хексозид и урсолна киселина као терпенско једињење.
- Најбогатији извори секундарних метаболита су водени и етанолни МАЕ екстракти лиофилизованих плодова. Доминантне фенолне киселине су у највећој концентрацији присутне у воденом МАЕ екстракту лиофилизованих плодова зове (42,98 µg/ml Е за хлорогенску киселину и 36,31 µg/ml Е за протокатехинску киселину), док је њихов садржај у етанолном МАЕ екстракту нешто нижи (40,80 µg/ml Е за хлорогенску киселину и 11,56 µg/ml Е за протокатехинску киселину). Највећа концентрација рутина је детектована у етанолном МАЦ екстракту лиофилизованих плодова (260,32 µg/ml Е), а садржај кверцетина и кверцетин-3-О-хексозида у највећој количини је присутан у етанолном МАЕ екстракту лиофилизованих плодова зове. Као терпенско једињење урсолна киселина је доминантна у етанолном МАЕ екстракту лиофилизованих плодова (77,64 µg/ml Е).
- Уопштено, свежи екстракти плодова зове се одликују најнижим садржајем биолошки активних једињења, што је и очекивано због већег садржаја воде у биљној сировини.
- Екстракти цвета зове су богатији укупним фенолима и флавоноидима од екстраката плода, а највеће присуство ових секундарних метаболита је уочено у воденим и етанолним МАЕ екстрактима цвета. За изоловање укупних секундарних метаболита цвета зове 50% етанол је ефикаснији екстрагенс од воде.
- Екстракти цвета зове су богатији извор доминантних фенолних и терпенских једињења од екстраката плодова зове. Етанолни МАЕ екстракт цвета зове се карактерише као најбогатији извор рутина који је идентификован у концентрацији 910,49 µg/ml, а детектовано је и значајно присуство хлорогенске киселине (669,97 µg/ml) и урсолне киселине (335,99 µg/ml). Кверцетин-3-О-хексозид је присутан у концентрацији 51,33 µg/ml, док је садржај кверцетина 15,99 µg/ml. Екстракти цвета зове се одликују присуством фенолних киселина као што су: гентизинска киселина, ферулна киселина, елагна киселина и ванилинска киселина које нису идентификоване у екстрактима плодова зове.
- Антиоксидативни потенцијал производа на бази зове је процењен применом *in vitro* тестова који се заснивају на различитим механизмима (трансфер електрона, неутрализација слободних радикала, инхибиција липидне пероксидације, хелирање јона метала). Водени МАЦ екстракт традиционално сушених плодова зове је имао највећи антиоксидативни потенцијал, испитан свим тестовима који се заснивају на трансферу електрона.
- Водени УАЕ екстракт традиционално сушених плодова зове је најбољи агенс у процесу хелирања јона метала, док је водени МАЕ екстракт лиофилизованих плодова показује највећу укупну антиоксидативну активност (8,84 mg TE/ml Е).

- За разлику од водених, етанолни екстракти плодова су испољили другачији тренд антиоксидативне активности. У овом случају МАЕ екстракциона техника се показала као најефикаснији начин добијања екстраката, а лиофилизација као веома погодна техника сушења биљне сировине. Стога је етанолни МАЕ екстракт лиофилизованих плодова зове најјачи антиоксидативни агенс у свим примењеним тестовима, са изузетком у процесу хелирања јона метала, где је етанолни МАЕ екстракт традиционално сушених плодова зове јаче хелирао јоне метала.
- Етанолни МАЕ екстракт цвета зове је најпотентнији агенс када је у питању антиоксидативна активност код свих испитиваних механизма, док су остали екстракти цвета зове добијени УАЕ и МАЦ екстракционим техникама остварили нижи антиоксидативни потенцијал.
- Неуропротективни потенцијал екстраката плода и цвета зове процењен је испитивањем њихове способности да смање прекомерну активност ензима ацетилхолин естеразе (AChE) и бутирилхолин естеразе (BChE). У погледу неуропротективне активности екстраката плодова зове, најјачи инхибиторни капацитет AChE ензима остварили су водени и етанолни МАЕ екстракти лиофилизованих плодова, с тим да је јачи инхибиторни агенс водени МАЕ екстракт (0,114 mg GALAE/ml E). Најбољи инхибиторни потенцијал према BChE ензиму су такође остварили екстракти лиофилизованих плодова зове. У овом случају УАЕ екстракција се показала као веома добар начин за добијање најпотентнијег воденог екстракта који је у највећој мери инхибирао BChE ензим, док је МАЦ екстракција уз присуство 50% етанола као екстрагенса најпогоднији начин за добијање најпотентнијег етанолног екстракта.
- Водени МАЦ и етанолни МАЕ екстракти цвета зове су показали исту способност у процесу инхибиције ензима AChE, док је на смањење прекомерне активности BChE ензима најбоље утицао водени УАЕ екстракт.
- Испитивање антигирозиназног потенцијала производа добијених од плода и цвета зове засновано је на њиховој способности да инхибирају прекомерну активност ензима тирозиназе. Традиционална техника сушења се у овом случају показала као најбољи начин уклањања воде из биљне сировине, због чега су екстракти традиционално сушених плодова и цвета зове остварили најбољу способност у процесу инхибиције тирозиназе. 50% етанол је испољио боље солватационе способности од воде, па су етанолни МАЕ екстракти плода и цвета зове јачи антигирозиназни агенси (2,75 и 3,03 mg KAE/ml E, редом) од водених МАЦ екстраката традиционално сушеног плода и цвета (1,39 и 1,07 mg KAE/ml E, редом).
- Процена антидијабетогеног капацитета усмерена је на испитивање способности производа од зове да утичу на смањење прекомерне активности ензима α -амилазе и α -глукозидазе. Савремене технике и технологије су се показале као добар начин за добијање високо вредних екстраката способних да инхибирају ензиме дигестивног система. Стога је најпотентнији антидијабетогени агенс етанолни УАЕ екстракт лиофилизованих плодова зове, који је у највећој мери инхибирао α -амилазу и α -глукозидазу (8,34 и 7,28 mg AСAE/ml E, редом). Водени МАЕ екстракт лиофилизованих плодова је такође веома добар антидијабетогени агенс, али је остварио нижу инхибиторну моћ према анализираним ензимима. Када је реч о екстрактима цвета зове етанолни МАЕ екстракт је јачи антидијабетогени агенс од воденог МАЕ екстракта.
- Примењене технике и технологије као начини за добијање производа на бази зове утицали су на резултате који су добијени хемијском и фитохемијском карактеризацијом, као и испитивањем њиховог биолошког потенцијала. Плод и цвет зове су се показали као изузетно потентна биљна сировина за прераду и добијање нових производа, где је лиофилизација омогућила очување високо вредних молекула у плодовима, а МАЕ екстракциона техника као најбољи начин изоловања биоактивних компонената из природних извора. Важно је истаћи да је традиционалан начин сушења обезбедио веома значајно присуство биоактивних једињења у екстрактима цвета, али је у току сушења

традиционалном техником биљни материјал изложен деловању фактора средине који утичу на крајњи квалитет биљног материјала. Побољшање процеса сушења увођењем савремених уместо традиционалних техника сушења су важни аспекти у добијању нових производа. Праћењем кинетике лиофилизације утврђени су параметри процеса сушења који обезбеђују квалитет производа, избегавајући могућност контаминације и чувајући нутритивне вредности производа.

- Хемијском анализом матичног сока који је добијен традиционалним начином цеђења зрелих плодова зове утврђено је присуство органских киселина, од којих је јабучна киселина доминантна, док је глукоза доминантан шећер у соку. Анализом нутритивног профила сока запажен је низак садржај протеина и липида (0,20 mg/ml), док је енергетска вредност матичног сока 15,20 kcal/100 ml. Сок од зове је изузетно богат минералима од којих су највише присутни К, Mg, Ca, Na и Fe.
- Фитохемијском анализом сока утврђена су иста доминантна биолошки активна једињења као и у екстрактима плодова зове. Запажен је висок садржај протокатехинске киселине, као доминантне фенолне киселине (42,70 µg/ml), хлорогенске киселине (7,52 µg/ml), као и флавоноида кверцетин-3-О-хексозида, кверцетина и рутина (18,00, 6,17 и 5,11 µg/ml, редом).
- Анализом нутритивног профила матичног сока од плодова зове садржај угљених хидрата је износио 37,40 mg/ml, док је забележена енергетска вредност сока 15,20 kcal на 100 ml сока.
- Биолошке и функционалне карактеристе сока су испитане кроз низ антиоксидативних тестова у којима је сок остварио веома значајан резултат, посебно у процесу неутрализације *NO слободног радикала (53,06 mg TE/ml сока), укупној антиоксидативној активности (29,63 mg TE/ml сока), као и редукционој способности (10,98 mg TE/ml сока). Сок од зове је остварио добру неуропротективну активност, посебно у инхибицији прекомерне активности АChE ензима (3,91 mg GALAE/ml сока), а најбоље биолошке и функционалне карактеристике сока су оцењене у процесу инхибиције ензима тирозиназе (42,12 mg КАЕ/ml сока), док је анализирани сок остварио умерену способност у спречавању развоја дијабетеса.
- Добијање сока традиционалним поступком цеђења остварени су значајни резултати у погледу хемијске и фитохемијске карактеризације, као и сензорске оцене новог производа.
- Боја матичног сока од зове дефинисана је инструментално (CIE $L^*a^*b^*C^*h\lambda$ координате боје) и сензорски (NCS атлас боја).
- Сензорски профил сока од зове идентификован је и квантификован дескриптивном сензорском анализом преко 16 сензорских својстава ('цвекла', 'купина', 'вишња', 'сирће', 'грејпфрут', 'кокос', 'каранфилић', 'јоргован', 'сува шљива', 'горко', 'слатко', 'слано', 'кисело', 'скупљање уста', 'абразија, сушење грла' и 'перзистенција').
- Сензорска прихватљивост сока од зове (изгледа, укуности, осећаја у устима, укуса који остаје у устима и укупна прихватљивост) од стране потрошача верификована је оценама које указују да им се сок од зове, у мањем или већем степену, допада, с тим да је укупна прихватљивост сока од зове оцењена као незнатно већа од 'мало ми се допада'.
- Анализом хемијског састава четири типа вина која су добијена од плодова зове запажено је да је највећи садржај етанола присутан у винима чији је температурни третман трајао 5 минута, с тим да је вино које је изложено утицају температуре 70 °C у току 5 минута имало највећи садржај етанола. Јабучна киселина је доминантна органска киселина, која је у највећој концентрацији детектована у вину без топлотног третмана. Повећањем утицаја температуре и времена трајања температурног третмана садржај јабучне киселине се смањивао. Присуство шећера (глукозе) детектовано је само у вину које није топлотно третирано. Садржај суве материје, укупног екстракта и метанола је највећи у вину чији је температурни профил 60 °C и 5 минута. Присуство метанола у винима од зове се креће од 404,65 до 519,44 mg/l, што је више, када се погледа вредност метанола у вину од грожђа (<

200 mg/l).

- Минералне материје Na, K, Mg и Fe су најзаступљеније у вину температурног профила 70 °C и 5 минута, док се вино без топлотног третмана одликује најнижим садржајем минералних материја.
- Карактеризацијом фитохемијског састава четири типа вина од зове утврђено је највеће присуство укупних фенола, флавоноида, мономерних антоцијана и танина у вину које је изложено утицају температуре 70 °C у току 5 минута. Такође, вино које је третираном температуром 60 °C у току 5 минута је веома добар извор ових биомолекула, што је последица њиховог ефикаснијег изоловања из биљног матрикса, услед температурног третмана. Биоактивне компоненте доминантне у екстрактима плодова зове су у највећој концентрацији присутне и у винима од плодова зове. *p*-хидроксибензоева киселина је најзаступљенија фенолна киселина у вину без топлотног третмана (42,96 µg/ml), док је у винима која су изложена утицају температуре у различитим временским интервалима скоро уједначен садржај *p*-хидроксибензоеве киселине. Протокатехинска киселина је у највећој концентрацији идентификована у вину без топлотног третмана (52,46 µg/ml), док је хлорогенска киселина доминантна у вину температурног профила 60 °C и 5 минута. Кверцетин као доминантан флавоноид у винима од зове у највећој концентрацији је идентификован у винима температурног профила 70 °C и 5 минута и 60 °C и 5 минута (158,89 и 149,48 µg/ml, редом). Температурни профил 60 °C и 5 минута је највише погодан за присуство кверцетин-3-*O*-хексозида у анализираном вину, док рутину погодује температурни профил 70 °C и 5 минута.
- Спроведено истраживање у оквиру испитивања вина од плодова зове указује да је најјачи антиоксидативни капацитет који се заснива на трансферу електрона и инхибицији липидне пероксидације остварило вино температурног профила 70 °C и 5 минута.
- Када је реч о хелирању јона метала и неутрализацији •NO радикала температурни профил вина 60 °C и 5 минута је најпогоднији за постизање веома ефикасног биолошког и функционалног потенцијала.
- Најјача неуропротективна активност у процесу смањења прекомерне активности АChE остварена је вином чији је температурни третман изведен на температури 60 °C у току 5 минута (0,38 mg GALAE/ml вина), док су у инхибицији ензима BChE вино без топлотног третмана, вина изложена дејству температуре 60 °C у току 5 минута и 10 минута остварила уједначен инхибиторни капацитет (0,17, 0,18 и 0,18 mg GALAE/ml вина, редом).
- Веома изражену активност као инхибитор ензима тирозиназе имало је вино које је добијено на условима: утицај температуре 70 °C, временски период 5 минута. Остварена инхибиторна активност је 5,09 mg КАЕ/ml вина, што овом типу вина и начину добијања даје посебан значај.
- Осим што је јак антитирозилазни агенс вино температурног профила 70 °C и 5 минута је најефикаснији и антидијабетогени агенс, који је у највећој мери утицао на инхибицију прекомерне активности ензима α -амилазе (6,14 mg АСАЕ/ml вина). Прекомерну активност α -глюкозидазе најбоље смањује вино које је добијено применом температуре 60 °C у току 5 минута (7,00 mg АСАЕ/ml вина), због чега су биолошке и функционалне карактеристике овог вина посебно дошле до изражаја.
- Креирање температурног профила за добијање вина од зове је од посебног значаја због деградације цијаногених гликозида који се налазе у биљном материјалу. Повећањем температуре цијаногени гликозиди су у потпуности уклоњени, а омогућена је ефикаснија екстракција биолошки потентних метаболита, који доприносе јаком биолошком потенцијалу вина.
- Анализом етарског уља традиционално сушених и лиофилизованих плодова зове утврђено је присуство укупно 35 различитих једињења, од чега је 19 идентификовано у етарском уљу традиционално сушених плодова, а 16 у етарском уљу лиофилизованих плодова.

Резултати анализе указују да испитивана етарска уља карактерише висок садржај кетона ружа, од којих је најзаступљенији β -дамасценон (38,64% у етарском уљу лиофилизованих плодова и 35,70% у етарском уљу традиционално сушених плодова). Поред кетона ружа етарска уља добијена од плодова зове су веома богат извор терпенских једињења, од који је у етарском уљу лиофилизованих плодова најзаступљенији линалол (32,80%), док је линалил антранилат доминантно терпенско једињење у етарском уљу традиционално сушених плодова (24,15%). Већи садржај α -терпинеола је забележен у етарском уљу лиофилизованих плодова (9,59%), док је у етарском уљу традиционално сушених плодова удео ове компоненте 5,71%. Разлика између етарског уља добијеног од лиофилизованих и традиционално сушених плодова зове огледа се у садржају фитола који је прекурсор у синтези хлорофила, као и витамина Е и К. Овај ациклични дитерпенски алкохол је присутан у етарском уљу лиофилизованих плодова (6,84%), док његово присуство у етарском уљу традиционално сушених плодова није утврђено.

- Етарско уље цвета зове се одликује највећим садржајем моно- и сесквитерпена. Доминантне компоненте у етарском уљу цвета су: каран (13,19%), α -лимонен диепоксид (7,23%) и метил салицилат (7,00%). β -дамасценон је присутан у веома малој количини у односу на етарско уље плодова зове (1,68%). Добијени резултати указују да етарска уља биљне врсте *S. nigra* имају једноставан хемијски састав у коме преовладавају кетони ружа и терпенска једињења. Варијабилности садржаја истих компоненти у различитим органима исте биљне врсте заснива се на утицају климатских фактора којима су биљни органи изложени.
- Испитивањем хемијског састава, одређивањем биолошких и функционалних карактеристика нових производа од зове утврђен је висок потенцијал самоникле биљне врсте у погледу дефинисања прехранбених производа којих нема на тржишту Србије, региона и света.
- На основу спроведеног истраживања, добијени резултати указују на изузетан биолошки потенцијал биљне врсте *S. nigra* и могућност изласка из лабораторијских оквира употребе плода и цвета зове у циљу њихове прераде за добијање производа и на индустријском нивоу, са нагласком на примену савремених техника сушења и екстракције.
- Укупни и сумирани резултати добијени у оквиру ове докторске дисертације пружају смернице за припрему нових, функционалних производа од плодова и цвета зове, имајући у виду оптималан садржај биолошки активних једињења и оптималан биолошки потенцијал:
 - припрема екстракта од плодова зове: препоручује се примена микроталасне екстракције лиофилизованих плодова и употреба воде као растварача,
 - припрема екстракта од цвета зове: препоручује се примена микроталасне екстракције традиционално сушених цветова и употреба 50% етанола као растварача,
 - припрема сока од плодова зове: препоручује се традиционалан начин цеђења зрелих плодова, без додатка шећера, адитива и конзерванаса,
 - припрема вина од плодова зове: препоручује се стандардни поступак производње вина, применом температурног профила 70 °C и 5 минута,
 - припрема етарског уља од плодова зове: препоручује се поступак хидродестилације лиофилизованих плодова у трајању од 4 сата.
 - зова је самоникла биљна врста која у будућности несумњиво и основано може бити полазна сировина за креирање и добијање нових прехранбених производа на домаћем и иностраном тржишту.

VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА

На основу прегледа докторске дисертације, Комисија сматра да је теза јасно структурирана и урађена у складу са темом дисертације, планом и циљевима предвиђеним у пријави теме.

<p>Резултати истраживања су прегледно представљени и правилно анализирани, детаљно дискутовани и упоређени са резултатима других аутора. На основу резултата и дискусије изведени су закључци који дају одговор на постављене циљеве истраживања. Комисија даје позитивну оцену приказа и тумачења резултата истраживања.</p>
<p>IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:</p>
<p>1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме</p> <p>Да, Комисија оцењује да је докторска дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме.</p>
<p>2. Да ли дисертација садржи све битне елементе</p> <p>Да, Комисија оцењује да дисертација садржи све битне елементе неопходне за разумевање овог научног истраживања: дефинисану тему истраживања, преглед постојећих истраживања у области, детаљан приказ експерименталних метода, јасан и прегледан приказ резултата и њихову дискусију коришћењем адекватне литературе. Закључци су правилно изведени из добијених резултата. У списку литературе налазе се сви литературни извори који су цитирани у тексту дисертације.</p>
<p>3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци</p> <p>Резултати ове докторске дисертације пружају значајан оригиналан допринос у приказу начина експлоатације биљне врсте <i>S. nigra</i> у циљу добијања високо квалитетних производа који још увек нису присутни на тржишту. Научни допринос овог истраживања се огледа у примењеним технолошким поступцима, пре свега савременој техници сушења (лиофилизација) и савременим техникама екстракције (ултразвучна и микроталасна екстракција) за добијање производа на бази зове. У спроведеном истраживању добијени су екстракти и етарска уља као производи коју могу побољшати квалитет већ постојећих производа и матични сок и вино као нови, потенцијално функционални производи. Токсично дејство цијаногених гликозида који се налазе у свим биљним органима зове утицало је на ограничену употребу ове биљне сировине. У оквиру овог истраживања утврђено је да начин припреме нових, потенцијално функционалних производа утиче на деградацију цијаногених гликозида и чини производе сигурним и безбедним за употребу. Значај и научни допринос ове докторске дисертације се огледа и кроз испитан хемијски састав, биолошке и функционалне карактеристике нових производа. Посебно се могу истаћи испитивања која су рађена у циљу одређивања неуропротективног, антидијабетогеног потенцијала, са нагласком да су први пут изведена на зови која је сакупљена на Балканском полуострву. Део добијених резултата је публикован у два научна рада категорије М21 и М22 што указује на квалитет и оригиналност спроведених истраживања.</p>
<p>4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања</p> <p>По мишљењу Комисије, недостаци у овој докторској дисертацији нису уочени.</p>
<p>X ПРЕДЛОГ:</p>
<p>На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже:</p> <p>да се докторска дисертација под називом „Хемијски састав, биолошке и функционалне карактеристике нових производа од зове” прихвати, а кандидату Милени Вујановић одобри одбрана.</p>

У Новом Саду, _____ године

ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ

Др Владимир Томовић, редовни професор,
Технолошки факултет Нови Сад,
Универзитет у Новом Саду, председник

Др Марија Радојковић, ванредни професор,
Технолошки факултет Нови Сад,
Универзитет у Новом Саду, ментор

Др Александра Цветановић, научни сарадник,
Технолошки факултет Нови Сад,
Универзитет у Новом Саду, члан

Др Ивана Беара, ванредни професор,
Природно-математички факултет,
Универзитет у Новом Саду, члан

НАПОМЕНА: Члан комисије који не жели да потпише извештај јер се не слаже са мишљењем већине чланова комисије, дужан је да унесе у извештај образложење односно разлоге због којих не жели да потпише извештај.