

ИЗВЕШТАЈ О ОЦЕНИ ДОКТОРСКЕ ДИСЕРТАЦИЈЕ

кандидата **Светлане Бошковић**

<b>I ПОДАЦИ О КОМИСИЈИ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Датум и орган који је именовao комисију Наставно-научно веће Природно-математичког факултета у Новом Саду на својој XIV седници одржаној 16.06.2016. године именовало је Комисију за оцену и одбрану докторске дисертације кандидата мр Светлане Бошковић под насловом „Фитохемијски састав, лековити потенцијал и сензорне карактеристике сорти врста <i>Brassica oleracea</i> L. и <i>Brassica rapa</i> L. (Brassicaceae) из органског и конвенционалног система производње“</li><li>2. Састав комисије са знаком 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:<ol style="list-style-type: none"><li>1. <b>др Дејан Орчић</b>, ванредни професор, ужа научна област биохемија, изабран у звање 03. 03. 2016. године, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, председник</li><li>2. <b>Др Неда Мимица-Дукић</b>, редовни професор, ужа научна област биохемија, изабрана у звање 01.08.2003. године, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, ментор</li><li>3. <b>Др Ђорђе Маленчић</b>, редовни професор, ужа научна област хемија и биохемија, изабран у звање 17. 11. 2011 године, Пољопривредни факултет, Универзитет у Новим Саду, члан</li><li>4. <b>Др Ивана Беара</b>, ванредни професор, ужа научна област биохемија, изабрана у звање 22. 12. 2015. Године, Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду, члан</li><li>5. <b>Др Драгана Четојевић-Симин</b>, научни саветник, ужа научна област биотехнологија, изабрана у звање 28.01.2016., Институт за онкологију, Медицински факултет, Универзитет у Новом Саду, члан</li></ol></li></ol>
<b>II ПОДАЦИ О КАНДИДАТУ</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Име, име једног родитеља, презиме: Светлана, Александар, Бошковић</li><li>2. Датум рођења, општина, држава: 12.03.1970. године, Рума, Република Србија</li><li>3. Назив факултета, назив студијског програма дипломских академских студија – мастер и стечени стручни назив: Универзитет у Новом Саду, Природно-математички факултет, смер: професор хемије, стечени стручни назив: професор хемије.</li><li>4. Година уписа на докторске студије и назив студијског програма докторских студија: /</li><li>5. Назив факултета, назив магистарске тезе, научна област и датум одбране: Природно-математички факултет, „Биохемијска и фармаколошка истраживања фитопрепарата Плантадерм®“, биохемија, 31.10.2003. године</li></ol>

6. Научна област из које је стечено академско звање магистра наука: Биохемија

### III НАСЛОВ ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

**Фитохемијски састав, лековити потенцијал и сензорне карактеристике сорти врста *Brassica oleracea* L. и *Brassica rapa* L. из органског и конвенционалног система производње**

### IV ПРЕГЛЕД ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

Докторска дисертација Светлане Бошковић је написана на 171 страни од којих су све дате у штампаној верзији. Дисертација садржи 35 слика, 39 табела и 178 литературна навода. Текст је подељен у осам поглавља: УВОД (2 стране), ОПШТИ ДЕО (43 стране), ЕКСПЕРИМЕНТАЛНИ ДЕО (12 страна), РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА (41 страна), ЗАКЉУЧАК (4 стране), SUMMARY (4 стране), ЛИТЕРАТУРА (11 страна), ПРИЛОГ (54 стране).

### V ВРЕДНОВАЊЕ ПОЈЕДИНИХ ДЕЛОВА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:

У УВОДНОМ делу су представљени преовлађујући ставови о значају заступљности поврћа у исхрани, које поред тога што поседује нутритивну вредност испољава и одређена лековита својства, првенствено у превенцији настанка хроничних обољења. Савремена истраживања показала су да се по својим лековитим својствима посебно издвајају биљке из фамилије Brassicaceae. Лековитост и нутритивна својства биљака зависе од бројних фактора који утичу на састав и садржај биолошки активних једињења биљака. Поред генетских и еколошких фактора на нутритивни и лековити потенцијал утиче и начин производње и гајења биљних култура. Органска производња представља један од најзначајнијих трендова у савременој пољопривреди. Овај облик производње посебно је фаворизиран у високо развијеним земљама. Међутим на основу литературних података не могу се извести конкретни закључци о утицају органског начина производње на садржај биоактивних једињења биљака. Због тога је као један од основних циљева ове докторске тезе био испитивање утицаја органског и конвенционалног система производње на садржај биоактивних једињења и биолошку активност врста *Brassica oleracea* и *Brassica rapa* (var. *perodica* Brassicaceae). Испитивања су обухватала одређивање хемијског састава (садржај испарљивих једињења, посебно глукозинолата и њихових продуката, као и различитих класа фенолних једињења), антиоксидантног потенцијала, антимицробне и антитуморске активности.

У ОПШТЕМ ДЕЛУ дисертације је представљен таксономски положај, распрострањеност и значај реда Brassicales и породице Brassicaceae, дата је кратка историја и филогенетско порекло врста рода *Brassica*, као и хемијски састав биљака породице Brassicaceae уз детаљнији преглед секундарних метаболита на којима се заснива биолошка активност ових биљака. Поред тога у овом делу је обрађен оксидативни стрес и улога реактивних кисеоничних (ROS) и азотних врста у биолошким системима, улога ROS у развоју оксидативног стреса и антиоксидантни одбрамбени механизми. Потом је дат приказ молекулских основа старења и настанка хроничних дегенеративних обољења. Детаљније су обрађени процес канцерогенезе и апоптозе, као и значај апоптозе у терапији канцера. Посебно поглавље посвећено је микробним инфекцијама и резистентности на антибиотске терапије. У општем делу је дат детаљан литературни преглед лековитог потенцијала биљака породице Brassicaceae као и преглед фактора који утичу на садржај биоактивних једињења у биљкама са посебним освртом на утицај примењеног система производње.

У ЕКСПЕРИМЕНТАЛНОМ ДЕЛУ дат је преглед коришћених хемикалија и опис припреме биљног материјала. Описане су инструменталне методе примењене у анализи хемијског састава испитиваних биљака: испарљива једињења- headspace GC-MS анализа, полифеноли (флавоноиди, фенолне киселине, антоцијани и др.)- квалитативна LC-DAD-MS, квантитативна LC-MS/MS анализа и методе за спектрофотометријско одређивање укупних глукозинолата, фенола и флавоноида, као и мономерних антоцијана.

Биолошке активности обухватале су испитивања:

- антиоксидантне активности одређене су применом спектрофотометријских метода којима се валоризује способност узорака да неутралишу слободно радикалске врсте. Од тестова који мере способност донирања електрона (ЕТ) у раду су кориштени DPPH, ABTS и CUPRAC тест, док је

способност донирања водониковог атома (НАТ) испитана помоћу микро-βСВ теста.

- антимикробне активности: микродилуционом методом су утврђене минимална инхибиторна концентрација (МИС), минимална бактерицидна концентрација (МВС) и минимална фунгицидна концентрација (МФС) за шест бактреријских сојева (три грам позитивне бактерије- *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Enterococcus faecalis* ATCC 19433, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, три грам негативне бактерије- *Escherichia coli* ATCC 25922, *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 9027 i *Salmonella enteritidis* ATCC 13076), три врсте *Candida albicans* (пореклом из усне дупље и два клиничка изолата вагиналних сојева) и две врсте плесни (филаментозних гљива- *Aspergillus* sp. and *Penicillium* sp). Потом су израчунати односи МВС:МИС и МФС:МИС на основу којих је извршена процена модалитета антимикробног дејства.

- антитуморске активности: помоћу SRB теста је утврђен утицај сокова испитиваних биљних врста на раст туморских ћелија (HeLa - епителни карцином цервикса, ECACC93021013); MCF7 - аденокарцином дојке, ECACC 86012803; HT-29 - аденокарцином дебелог црева, ECACC 91072201; Raji - лимфобласти Burkitt-овог лимфома, ECACC 85011429) и на ћелије здравог ткива (MRC-5 - фетални фибробласти плућа, ECACC84101801). Потом су одређене концентрације при којима је постигнуто 50% инхибиције ћелијског раста (IC<sub>50</sub>) и израчунат однос NT<sub>IC50</sub>/T<sub>IC50</sub> у циљу процене у којој мери сокови испитиваних врста штете здраво у односу на болесно ткиво. Испитивања антитуморске активности су обухватила и детекцију типа ћелијске смрти спектрофотометријским одређивањем моно- и олигонуклеозома у цитоплазматској фракцији пре и после лизирања ћелија, за сок који је испољило најјаче антитуморско дејство (сок органски гајеног кеља) и за сок морфолошки различитог варијета (органски гајени броколи) како би се упоредили механизми деловања на испитиване ћелије.

У поглављу РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА приказани су и дискутовани добијени резултати. Анализиран је и дискутован састав летлићних компонента одређених помоћу headspace GC-MS технике, хемијски састав сокова одређен помоћу LC-DAD-MS/MS технике, резултати квантификације одабраних фенолних једињења помоћу LC-MS/MS технике, као и резултати добијени спектрофотометријским одређивањем укупних глукозинолата у лиофилизованом биљном материјалу, садржај укупних фенола и флавоноида у соковима испитиваних варијетета, као и садржаја мономерних антоцијана у соковима црвеног купуса. Протумачени су резултати добијени одређивањем антиоксидантног капацитета помоћу различитих антиоксидантних тестова и утврђена корелација између хемијског састава и антиоксидантног капацитета сокова испитиваних врста при чему су узети у обзир статистички значајни резултати. Приказани су и дискутовани резултати антибактеријског и антифунгалног деловања сокова испитиваних варијетета, а на основу израчунатог односа минималне инхибиторне и минималне бактерицидне/фунгицидне концентрације утврђена природа антимикробног деловања. Резултати цитотоксичности показали су да свеже цеђени сокови делују инхибиторно на раст туморских али и здравих ћелија. Као најактивнији показали су се органски гајени кељ и броколи и код њих је одређен тип ћелијске смрти коју индукују.

У ЗАКЉУЧКУ су сумирани и истакнути најзначајнији резултати дисертације.

Поглавље SUMMARY обухвата резиме дисертације на енглеском језику.

ЛИТЕРАТУРА цитирана у овој докторској тези обухвата 178 библиографске јединице које указују на значај и актуелност предузетих истраживања, међутим и на потребу за даљим истраживањима у области.

У ПРИЛОГУ су дати списак метода којима је извршена анализа квалитета земљишта и опис гајења органских биљака, табеларни прикази података о биљном материјалу и приносима након лиофилизације, GC-MS и HPLC хроматограми, UV спектри, калибрационе криве, и табеларни приказ читаних апсорбанци при спектрофотометријским одређивањима као допуна поглавља РЕЗУЛТАТИ И ДИСКУСИЈА.

**VI СПИСАК НАУЧНИХ И СТРУЧНИХ РАДОВА КОЈИ СУ ОБЈАВЉЕНИ ИЛИ**

## ПРИХВАЋЕНИ ЗА ОБЈАВЉИВАЊЕ НА ОСНОВУ РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА У ОКВИРУ РАДА НА ДОКТОРСКОЈ ДИСЕРТАЦИЈИ

### Саопштења на међународним научним скуповима (МЗ4):

1. Bošković, S., Vujanić, M., Janjušević, L.J., Bogavac M., Karaman, M., Anačkov, G., Mimica-Dukić, N. Antimicrobial activity of fresh aqueous juices of nine Brassica vegetables. Novel antimicrobial agents and strategies for pathogen control. 25-26 July, 2014. Novi Sad, Serbia, 49
2. Bošković, S., Vujanić, M., Simin, N., Rakić, M., Karaman, M., Aleksić, V., Mimica-Dukić, N. Antioxidant and antifungal properties of Brassica vegetables. II International Congress Food Technology, Quality and Safety, 28-30 October, 2014. Novi Sad, Serbia, 79.
3. Bošković, S., Simin, N., Mimica-Dukić, N. Antioxidant potential of inflorescences and stems of selected Brassica vegetables determined by different single electron transfer assays. 2<sup>nd</sup> International Conference on Plant Biology. 17-20 June, 2015. Petnica, Serbia
4. Mimica-Dukić, N., Bošković, S., Orčić, D., Četojević-Simin, D., Simin, N. Volatile and phenolic compounds, cupric ion reducing antioxidant capacity and cytotoxic activity of organically and conventionally grown Brassica vegetables. 7<sup>th</sup> International Conference on Polyphenols and Health. 27-30 October, 2015, Tours, France, 175.

## VII ЗАКЉУЧЦИ ОДНОСНО РЕЗУЛТАТИ ИСТРАЖИВАЊА

Поред високе нутритивне улоге, биљке породице Brassicaceae карактерише и значајан лековити потенцијал потврђен у различитим *in vitro* и *in vivo* испитавањима и епидемиолошким студијама. Данас се све више инсистира на функционалној улози хране, односно њеној способности да пружи заштиту од болести на молекулском нивоу, док се у исто време фаворизује органски систем производње за који се сматра да обезбеђује производе које карактерише повећан садржај биоактивних једињења, одсуство пестицида, генетске модификације и хормона раста и боље сензорне карактеристике у односу на конвенционалне производе. Како у наведеном подручју истраживања не постоје јединствени резултати који јасно указују на предности органског над конвенционалним системом производње, у овом раду је испитан хемијски састав, антиоксидантна, антимикробна и цитотоксична активност економски најзначајнијих врста породице Brassicaceae пореклом из органске и конвенционалне производње.

Хемијски састав испитиваних врста је анализиран помоћу headspace GC-MS, LC-DAD-MS/MS и LC-MS/MS технике као и спектрофотометријским методама којима је одређен садржај укупних глукозинолата, садржај укупних фенола и флавоноида и садржај укупних мономерних антоцијана у соковима црвеног купуса. На основу добијених резултата могу се извести следећи закључци:

- Главне летљиве компоненте врста *B. oleracea* и *B. rapa* су деградациони производи масних киселина и органосумпорних једињења- глукозинолата и SMCSO. Поједина идентификованих једињења као што су хексанал, *E*-2-хексанал, 2-метилпропанал, алил-изотиоцијанат, алил-цијанид и различити сулфиди (DMDS, DMTS и DMS) спадају у кључне молекуле одговорне за укус и мирис испитиваног поврћа. На основу добијених резултата о дистрибуцији тих компонената, није било могуће извести прецизан закључак о утицају примењеног система производње на мирис и арому испитиваних врста, будући да су неке од компонената биле претежно заступљене у органским, док су друге биле доминантне у конвенционалним узорцима, а изврстан број дистрибуисан у биљкама потпуно независно од система производње.

- Сокови испитиваних врста су садржали поред примарних метаболита (лимунска киселина, фенилаланин, триптофан), слободне хидроксибензојеве и хидроксициметне киселине (*p*-хидроксибензојева киселина, протокатехинска киселина, *p*-кумаринска киселина, кафена киселина, хинска киселина, ферулна киселина, синапинска киселина), деривате хинске и хидроксициметних киселина (3-*O*-*p*-кумароилхинска киселина и 4-*O*-*p*-кумароилхинска киселина, 5-*O*-кафеоилхинска киселина), гликозиде флавонола (кемферол-3-*O*-глукозида, кверцетин-3-*O*-глукозида, кемферол-3-*O*,*x*-дихексоид), бифлавоноид (аментофлавоин) и један кумарин (скополетин). Поред тога у соковима свих испитиваних врста је детектовано присуство аскорбигена и метоксиаскорбигена, производа кондензације аскорбинске киселине и деградационих производа индолних глукозинолата, а у соковима црвеног купуса је идентификовано присуство антоцијана.

- Органски систем производње је условно пораст садржаја укупних глукозинолата у већини

испитиваних врста, док је у екстракту броколија утврђен највиши садржај ових једињења. Пошто се на основу спектрофотометријског одређивања садржаја укупних глукозинолата не може говорити о појединачном присуству ових једињења, тумачењем резултата добијених у току headspace GC-MS и LC-DAD-MS/MS анализа, а на бази детектованих деградационих производа, се може закључити да су у испитиваним врстама били присутни алифатичан глукозинолат синигрин и индолни глукозинолати глукобразицин и 4-метоксиглукобразицин.

- Садржај укупних фенола у већини испитиваних врста је био благо повећан под утицајем органског система производње, при чему се по садржају ових једињења издвојио црвени купус у односу на остале варијетете. Од појединачних једињења је утврђен виши ниво хинске киселине у односу на остала анализирана фенолна једињења, која се акумулирала више у органским него у конвенционалним узорцима и била присутна у највишој концентрацији у црвеном купусу.

- У соковима већине испитиваних врста је утврђен виши садржај укупних флавоноида под утицајем конвенционалног система производње. У току квалитативне и квантитативне анализе је детектовано укупно три гликозида флавонола и један бифлавоноид.

- Садржај укупних мономерних антоцијана је био готово идентичан у соку органски и конвенционално гајеног црвеног купуса одакле се може закључити да примењени систем производње не остварује значајнији утицај на квалитет црвеног купуса, пошто стабилност антоцијана зависи од многобројних фактора, укључујући и матрикс у коме се налазе.

Антиоксидантни капацитет сокова врста *B. oleracea* и *B. rapa* је одређен помоћу четири теста који се заснивају на различитим механизмима. Од тестова који мере способност донирања електрона (ЕТ) у раду су кориштени DPPH, ABTS и CUPRAC тест, док је способност донирања водониковог атома (НАТ) испитана помоћу микро-βСВ теста. На тај начин се добила свеобухватна слика у којој мери испитиване врсте пружају заштиту од слободних радикала у вишефазним системима као што је храна. Добијени резултати су показали следеће чињенице:

- Највећи антиоксидантни капацитет, односно способност неутрализације, хватања и редукције слободних радикала поседује црвени купус и у липидној и воденој фази, односно у вишефазним системима. Ове чињенице су утврђене на основу најјаче антирадикалске активности и редукционе моћи сока црвеног купуса исказане као TEAC<sub>DPPH</sub>, TEAC<sub>ABTS</sub> и TEAC<sub>CUPRAC</sub>, као и највишој способности заштите линолне киселине од оксидације у тест емулзији са β-каротеном.

- Примењени системи производње остварују различите утицаје на антиоксидантну активност испитиваних врста. Поређењем активности сокова органског и конвенционалног поврћа може се закључити да органски систем производње највероватније подстиче акумулацију поларнијих и комплекснијих антиоксиданата у црвеном купусу и кељу. У прилог томе говори и нешто јача активност сокова конвенционално гајеног црвеног купуса у поређењу са органским узорком, као и прооксидантна активност органског и антиоксидантна активност сока конвенционалног узорка кеља при инхибицији деградације β-каротена. За разлику од ових варијетета конвенционални систем производње је побољшао укупни антиоксидантни капацитет броколија и белог купуса, заснован на ЕТ али не и на НАТ механизму, и углавном допринео већој способности предаје електрона карфиола, такође без способности донирања атома водоника. Органски систем производње је допринео већој антиоксидантној активности кинеског купуса заснованој на способности донирања електрона, међутим како је само узорак из конвенционалног система производње испољио способност заштите линолне киселине од оксидације, под утицајем органске производње и овде је највероватније дошло до акумулације веће количине поларних једињења.

Антимикробна активност испитиваних врста је одређена помоћу *broth микродилуционе* методе на три грам позитивне, три грам негативне бактерије, као и три соја *C. albicans* и две врсте плесни. Већина изабраних микроорганизама припада групи опортуних патогена који при одређеним условима могу узрковати тешке инфекције и довести до смртног исхода. Након одређивања MIC, MBC и MFC је утврђено да:

- Сокови конвенционалног поврћа су испољили јачу антибактеријску и антифунгалну активност од сокова органских узорака а примећена је и јача антимикробна активност неглавичастих у односу на главичасте врсте. Сок конвенционално гајеног карфиола је испољио најјачи инхибиторни ефекат на раст појединих грам негативних, док је сок конвенционално гајеног броколија најуспешније инхибирао раст грам позитивних бактерија. За сокове броколија, карфиола, келерабе и црвеног купуса су утврђене најниже вредности за MIC и MFC у односу на клинички

изолат *C. albicans* П, а сок конвенционално гајеног карфиола је испољио најјачу антифунгалну активност на тестиране сојеве плесни.

- Израчунати односи МВС:МИС и МФС: МИС показују да сокови испитиваних варијетета делују првенствено бактерицидно и фунгицидно на патогене тестиране у овом раду. Антифунгална активност сокова је била израженија у односу на антибактеријску активност, а *C. albicans* је била осетљивија на деловање сокова од тестираних плесни, као и грам негативне од грам позитивних бактерија.

Цитотоксична активност свежих сокова врста *B. oleracea* и *B. rapa* је испитана према хуманим ћелијским линијама епителног карцинома цервикса, аденокарцинома дојке, аденокарцинома дебелог црева, лимфобластима Burkitt-овог лимфома и феталним фибробластима плућа помоћу SRB теста, а потом је извршена детекција типа ћелијске смрти коју индукују сокови органски гајеног кеља и броколија. На основу добијених резултата након третмана ћелија соковима испитиваних врста и утврђеног типа ћелијске смрти може се извести следећи закључак:

- Најјачу антипролиферативну активност поседује органски узорак кеља који је постигао највиши степен инхибиције раста у тестираним ћелијама (преко 90% инхибиције раста у ћелијама епителног карцинома цервикса, аденокарцинома дојке и ћелијама здравог ткива- феталних фибробласта плућа) и имао најниже вредности IC<sub>50</sub> према свим ћелијским линијама. Детекцијом типа ћелијске смрти је утврђено да овај варијетет доводи до појаве индукције апоптозе у ћелијама епителног канцера цервикса и аденокарцинома дојке, док у ћелијама аденокарцинома дебелог црева проузрокује појаву некрозе.

- Поред органски гајеног кеља, високу антипролиферативну активност су испољили и сокови конвенционално гајених карфиола, броколија и органски гајене келерабе према већини туморских ћелија. Како је антипролиферативна активност сокова била изражена и у ћелијама здравог ткива, на основу утврђеног NT/T односа је установљено да сокови испитиваних врста показују нешто већу цитотоксичност према ћелијама епителног карцинома цервикса (NT/T>1), уз нешто јаче цитотоксично деловање појединих сокова на ћелије аденокарцинома дојке, слабије цитотоксично дејство на ћелије аденокарцинома дебелог црева и изузетно ниску селективност према лимфобластима Burkitt-овог лимфома (NT/T<1) у односу на здраво ткиво.

Сумирањем свих добијених резултата може се извести општи закључак да у зависности од примењеног типа производње могу бити побољшане неке од карактеристика испитиваних врста *B. oleracea* и *B. rapa* и да је утицај система производње првенствено везан за поједине варијетете, а никако за целу врсту. Много битнија одредница су сами морфотипови у оквиру испитиваних врста који испољавају одређене биолошке активности, што се може закључити по подацима који показују да је црвени купус варијетет богат фенолним антиоксидантима који може да пружи најјачу заштиту од токсичног деловања слободних радикала, и да није подложен значајнијем утицају примењеног система производње, док конвенционално гајени броколи и карфиол представљају варијетете који испољавају најјаче антимикуробно дејство, а органски гајени кељ испољава најјачи антитуморски ефекат. Стога би примена одређеног система производње могла бити оправдана у зависности од жељеног биолошког ефеката и варијетета који се производи.

На основу резултата овог рада може се закључити да би оптимална комбинација свежих сокова црвеног купуса, броколија, карфиола и кеља могла да пружи једну комплексну и ефикасну заштиту од настанка различитих обољења испољавајући истовремено антиоксидантно, антимикуробно и антитуморско деловање. Стога би даља испитивања требало усмерити у правцу испитивања биолошке активности комбинација сокова наведених биљака, а најефикаснија комбинација би се одабрала за даља клиничка испитивања.

### **VIII ОЦЕНА НАЧИНА ПРИКАЗА И ТУМАЧЕЊА РЕЗУЛТАТА ИСТРАЖИВАЊА**

Експлицитно навести позитивну или негативну оцену начина приказа и тумачења резултата истраживања.

Кандидат је рационално приступио обради и анализи већег броја експерименталних података који су успешно подељени у логичке целине. Резултати истраживања су аналитички представљени, статистички обрађени, детаљно дискутовани и критички поређени са резултатима из цитиране литературе. Прегледности резултата значајно су допринели графички прикази (хистограми) и табеларно сређени подаци који обухватају све испитиване варијетете. На основу резултата и дискусије изведени су закључци који дају одговоре на постављене циљеве у овој докторској дисертацији.

### **IX КОНАЧНА ОЦЕНА ДОКТОРСKE ДИСЕРТАЦИЈЕ:**

Експлицитно навести да ли дисертација јесте или није написана у складу са наведеним образложењем, као и да ли она садржи или не садржи све битне елементе. Дати јасне, прецизне и концизне одговоре на 3. и 4. питање:

1. Да ли је дисертација написана у складу са образложењем наведеним у пријави теме

Комисија оцењује да је докторска дисертација урађена потпуно у складу са образложењима наведеним у пријави теме.

2. Да ли дисертација садржи све битне елементе

Дисертација садржи све битне елементе - дефинисање теме истраживања, преглед постојећих истраживања, детаљан приказ експерименталних метода и техника, јасан и прегледан приказ резултата и њихову дискусију, списак литературе и закључак.

3. По чему је дисертација оригиналан допринос науци

На основу комплетног увида у докторску дисертацију, постављене циљеве истраживања, прегледа литературе, добијених резултата и њиховог тумачења, Комисија закључује да ова докторска дисертација има све елементе оригиналног научног рада и да је карактерише висок степен интердисциплинарности. Ова докторска дисертација задире у области фитохемије, биохемије секундарних биомолекула биљака, агрохемије, микробиологије и онкологије. Коришћењем савремених инструментаних метода које су прилагођене и модификоване за примењена истраживања, добијени су научни резултати, из којих је било могуће извести поуздане и валидне закључке. Иако произишли из веома комплексних истраживања резултати тезе су представљени као јасно груписане и логичке целине. Чињеница да су изведена систематична, упоредна, хемијска и биохемијска истраживања одабраних варијетета врста *B. oleracea* и *B. rapa* од посебног је научног значаја и интереса пошто досадашња евиденција не даје прецизне информације о утицају примењеног система производње на садржај биокативних једињења и биолошку активност испитиваних врста, а сличних истраживања није до сада било на територији покрајине Војводине. Треба истаћи да се истраживања ове докторске тезе крећу у подручју веома актуелне тематике односно савремених трендова у области продукције функционалне хране, али пружају допринос и модерној фитофармацији у изналажењу нових природних ресурса са израженим антиоксидантним, антимикробним и антитуморским деловањем.

4. Недостаци дисертације и њихов утицај на резултат истраживања

По мишљењу комисије ова докторска дисертација нема значајнијих недостатака.

**X ПРЕДЛОГ:**

На основу укупне оцене дисертације, комисија предлаже да се докторска дисертација под називом: **«Фитохемијски састав, лековити потенцијал и сензорне карактеристике сорти врста Brassica oleracea L. и Brassica rapa L. (Brassicaceae) из органског и конвенционалног система производње»** прихвати, а кандидату **Светлани Бошковић** одобри одбрана.

У Новом Саду, 02.08.2016.

**ЧЛАНОВИ КОМИСИЈЕ**

---

др Дејан Орчић, ванредни професор,  
Природно-математички факултет, Универзитет у  
Новом Саду

---

др Неда Мимица-Дукић, редовни професор,  
Природно-математички факултет, Универзитет у Новом Саду,  
ментор

---

др Ђорђе Маленчић, редовни професор,  
пољопривредни факултет, Универзитет у Новом Саду,  
члан

---

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

---

Др Драгана Четојевић-Симин, научни саветник, Институт за  
онкологију Војводине, Медицински факултет, универзитет у  
Новом Саду