

Биоактивни производи биљног поријекла у прехранбеној индустрији

Љиљана П. Станојевић, Јелена С. Станојевић, Милорад Д. Цакић

Сажетак. Биоактивни производи из биљних сировина, познати као природни изолати или природне биохемикалије, имају све већу примјену у производњи прехранбених производа. Сагледавају се нови аспекти примјене традиционалних биљних сировина и спроводе обимна фитохемијска испитивања у циљу проналажења нових природних извора и активних принципа. Биљне сировине представљају извор различитих секундарних метаболита од којих многи показују широк спектар позитивних биолошких својстава. Све је веће интересовање научника, произвођача и потрошача хране за употребом биљних екстраката као функционалних састојака у храни и пићу, као и развој нових прехранбених производа који позитивно утичу на здравље, дају могућност превенције и истовремено смањују ризик од појаве болести. Такође, све су веће примједбе од стране потрошача цијелог свијета на велику употребу свих синтетичких адитива у прехранбеној индустрији због непожељних пропратних појава.

Станојевић ПЉ, Станојевић СЈ, Цакић ДМ (2020) Биоактивни производи биљног поријекла у прехранбеној индустрији. У: Перспективе развоја прехранбене индустрије (Грујић Р, Јањић В, Тркуља Р, уредници). Академија наука у умјетности Републике Српске, Бања Лука: 545 - 584.

Stanojevic PLJ, Stanojevic SJ, Cakić DM (2020) Bioactive plant products in the food industry. In: Food industry development prospects (Grujić R, Janjić V, Trkulja R, Eds). The Academy of Sciences and Arts of Republic of Srpska, Banja Luka: 545 - 584.

Употреба биљних сировина као и биоактивних биљних изолата је велика у прехранбеној индустрији као зачина, коригенаса мириса и укуса, конзерванаса, антиоксиданаса, фитонутритијената, антимикуробних агенаса, нутрицеутикалса, емулгатора и згушњивача хране, у производњи алкохолних и безалкохолних пића, у технолошким поступцима прераде млијека и меса, као и у посластичарској и пекарској индустрији. Генерелно, примјена биоактивних производа биљног поријекла представља нови тренд у прехранбеној индустрији који је створио широк технолошки потенцијал за развој нових технолошких процеса и производа различите намјене.

Кључне ријечи: Биоактивне материје из биља, Биопрепарати, Прехранбена индустрија

17.1. Увод

Развој технологија биоактивних производа биљног поријекла данас је веома актуелан и значајан за изолацију високотонажних (скроб, гликоген, масти, јестива биљна уља, сахароза и други), а посебно малотонажних високовриједних природних биоактивних органских производа који се добијају као изолати у релативно мањим количинама (екстракти; дестилати: етарска уља и ароматизоване воде, јестива масна уља; масне киселине; резиноиди; конкрети; апсолутна уља; алкалоиди; кардиотонични гликозиди; гликоалкалоиди; хормони; антибиотици; антиоксиданси; фармаколошки активне супстанце; нутритијенти; ароме; природни пигменти и друго).

17.2. Љековито и зачинско биље

Многе биљне врсте, како љековите, тако и зачинске имају разноврсну примјену. Биљна сировина може истовремено бити лијек, храна, средство за уживање, зачин и др. Тешко је тврдити да ли је нека биљна врста важнија као лијек, храна, индустријска сировина или као зачин. Љековито, ароматично и зачинско биље је, с друге стране, индустријска сировина и значајан извозни производ (Kişgeci i sag. 2009; Stanković i Stanojević 2014).

Љековито биље се традиционално користи као зачин, за чајеве и у медицинске сврхе. Најновија истраживања у области хемије, биохемије и медицине потврђују да љековито биље и екстракти из љековитог биља садрже фенолне киселине, флавоне, изофлавоне, флаваноле, катехине, токофероле, танине, терпене и друга биоактивна једињења (Carasso et al. 2005).

Велики број врста неотровног ароматичног, љековитог, зачинског и другог биља, воћа и поврћа се може употријебити за добијање екстраката и дестилата. Као биљне сировине користе се цијеле биљке или њихови дијелови: надземни

дијелови, корјен, ризом, луковица, шишарка, пупољци, лист, цвијет, сјеме, плод и кора (Stojčevski 2011).

Примјена биљних сировина је велика у прехранбеној индустрији. У разним гранама прехранбене индустрије биљне сировине се користе као зачини, коригенси мириса, укуса и боје, конзерванси, фитонутритијенти, бактерициди, бактериостатици, антиоксиданси, нутрицеутикалси, емулгатори и згушњивачи хране. Такође се користе у производњи алкохолних и безалкохолних пића, у технолошким поступцима прераде млијека и меса, у посластичарској и пекарској индустрији, као и у домаћинству (Arsić i sar. 2003; Mišan i sar. 2013; Stanković i Stanojević 2014; Radojković 2016).

17.2.1. Биоактивни изолати из љековитог и зачинског биља

Биоактивни биљни изолати су изолати добијени физичким методама или комбинацијом физичких метода са хемијским, биохемијским или микробиолошким процесима у току изолације из биљних сировина у облику концентрата (етарска уља, ћелијски сокови, олеорезини, екстракти, дестилати и сублимати), или у облику чистих супстанци и њихових смјеша, који послје уношења у живи организам или употребе за његу тијела, испољавају одређене биолошке активности усмјерене на одржавање или повећање способности одвијања животних функција и одбрамбене способности организма, или на побољшање естетског изгледа човјека и животиња (Arsić i sar. 2003; Mišan i sar. 2013; Станковић 2002; Stanković i Stanojević 2014).

Природни изолати из љековитог, ароматичног и зачинског биља имају велику примјену у прехранбеној индустрији (корекција сензорних, визуелних и нутритивних карактеристика; конзерванси, антиоксиданси, антимикуробни изолати, нутритивно-љековити изолати) (Stanković 2002; Arsić i sar. 2003; Soković et al. 2010; Stanković i Stanojević 2014). Биоактивни изолати из биљних сировина могу бити течне, получврсте и чврсте конзистенције.

У *течне (Fluidum) концентрате* убрајају се: укупни екстракти (мацерати, перколрати, тинктуре, инфузије, декокти, солуције, комбинације мацерати-декокти, комбинације инфузије-мацерати, есенције), екстракти појединих или више група (фракција) природних органских супстанци са специфичним сензорним, нутритивним или љековитим својствима и дестилати (етарска уља, ароматизоване воде, постферментациони производи (етанол, сирћетна киселина, млијечна киселина и други производи), масне киселине, јестива и индустријска уља (Stanković 2002; Stanković i Stanojević 2014).

Концентрати получврсте конзистенције: креме (*enfleurage* - екстракти у мастима), пасте (получврсти екстракти у мастима или лоју), конкрети (екстракти биљних сировина неполарним растварачима: петролетар, бензен, диетилетар, п-хексан и толуол, из којих је отпарен растварач), резиноиди (у ширем смислу: екстракти из биљних сировина нижим алифатичним алкохолима C₁ - C₃, најчешће

етанолом, а у ужем смислу екстракти биљних ексудата: смоле, биљне гуме, природни олеорезини или смолни производи), апсолутна уља (екстракти добијени екстракцијом конкретно етанолом из којих је одстрањен етанол отпаравањем) (Stanković 2002; Stanković i Stanojević 2014).

Концентрати чврсте конзистенције: природни сирови ароматични, нутритивни и љековити материјали (чајеви, зачини, плодови воћа, сиреви), прах сувих сировина (*Pulvis*), прах сувих (*Siccum*) екстраката (*Instant, Pulvis*), кристални или аморфни прах чистих хемијских супстанци или њихових смјеша, шипке, таблете, резанци, пахуље и други облици сувих сировина, екстраката или чистих супстанци (Stanković 2002; Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2. Биљни изолати у прехранбеној индустрији

У прехранбеној индустрији се биљни изолати користе као додаци прехранбеним производима за побољшање хранљиве вриједности (нутритијенти), визуелних и сензорних карактеристика (укус, мирис, боја), стабилности (антиоксиданси, конзерванси и емулгатори) и љековитих својстава-нутрицеутикалси (Arsić i sar. 2003; Radojković 2016). Повећано је интересовање за примјену екстраката и дестилата за производњу великог броја производа: арома, есенција, зачина, олеорезина, конзерванаса, воћних база и нутритивних додатака. Предности примјене биљних екстраката и дестилата у односу на примјену биљних сировина су: једноставније и сигурније дуготрајно складиштење, уштеде у трошковима транспорта и амбалаже, лакше дозирање као и уједначенији квалитет прехранбених производа. Због велике конкуренције на тржишту и строжијих међународних прописа, произвођачи су принуђени да посебну пажњу посвете квалитету биљних екстраката и дестилата (Stanković i Stanojević 2014; Terić 2009).

Биљни екстракти и дестилати повећавају биолошку вриједност, побољшавају визуелне (боја, изглед) и сензорне (мирис, укус) карактеристике и обезбјеђују очување квалитета и свјежине прехранбених производа (Terić 2009; Mišan 2009). Екстракти се употребљавају у течном (разријеђени и концентровани), получврстом или чврстом (суви и пулверизовани), а дестилати (етарска уља, вински, алкохолни и сирћетни дестилати) у течном стању (Stanković i Stanojević 2014).

Прехранбени производи на бази биљних екстраката и дестилата су: ароме, зачини, олеорезини, природне боје, конзерванси, нутритијенти, нутрицеутикалси, есенције (екстракт, дестилат и раствори) и воћне базе. Ови производи употребљавају се за ароматизацију, као коригенси укуса, боје и изгледа кондиторских производа, пецива, алкохолних и безалкохолних пића, маринираног воћа, месних и рибљих прерађевина, конзервисаног воћа, готових јела, супа и дуванских прерађевина и као конзерванси (Stanković i Stanojević 2014).

Носиоци биолошке активности у екстрактима и дестилатима могу бити једињења различитих структура (Brielmann et al. 2006). То су биомолекули са специфичним визуелним, сензорним и нутритивним особинама гдје спадају (Stanković i Stanojević 2014): протеини, угљени хидрати, липиди (триацилглицероли, масне киселине, фосфолипиди, гликолипиди, стероли и други стероиди, терпени и други), аминокиселине, витамини, карбонске киселине и њихови деривати (естри, лактони), ароматична једињења (феноли, фенолне киселине, депсиди, лигнини, лигнани, фенил-пропани, флавоноиди, флаволи, флавоноли, флавонони, ксантони, антоцијани) и природне боје (хлорофили, флаволи, флавоноиди, антоцијани, каротеноиди). Ови биомолекули су у нативном стању или су настали у току складиштења, ферментације или прераде биљних сировина (Brielmann et al. 2006; Stanković i Stanojević 2014).

За добијање екстракта и дестилата користи се различито самоникло или плантажно гајено ароматично, љековито и зачинско биље, чији квалитет одговара захтјевима интерних произвођачких, националних и међународних прописа. Поступци добијања екстракта и дестилата су сложени и састоје се од више фаза: контрола квалитета и припрема биљних сировина, екстракција или дестилација, обрада сирових екстракта и дестилата, контрола квалитета екстракта и дестилата, паковање и складиштење (Stanković i Stanojević 2014; Đorđević i Veličković 2018).

17.2.2.1. Екстракти

За екстракцију биоактивних производа из биљних сировина користе се различити растварачи: вода, етанол, метанол, сирћетна киселина, водени раствори етанола и метанола, масна јестива уља (сунцокретово, маслиново, сојино), диетилетар, дихлорметан, n-хексан, пропан-2-ол, етилацетат, ацетон (Bart 2011). Иако се покорава законима преноса масе у системима чврсто-течно, екстракција из биљних материјала има и своје специфичности везане за целуларну природу биљног материјала (Пономарев 1976; Stanković i Stanojević 2014).

Генерално, пренос масе из биљне сировине у раствор одиграва се испирањем (брза екстракција) и молекулском дифузијом (спора екстракција) (Пономарев 1976). У случају сувог несамљевеног биљног материјала екстракција укључује и квашење, продирање растварача у биљни материјал и растварање. У периоду брзе екстракције, екстрактивне материје се спирају растварачем са површине разорених биљних ћелија, док се молекулска дифузија из неразорених ћелија одвија споро. Брза екстракција је доминантна код екстракције из фино самљевених биљних сировина. Код екстракције из несамљевеног биљног материјала, са очуваном целуларном структуром, доминантна је спора молекулска дифузија. При томе, због различите брзине дифузије кроз мембрану и зидове ћелија на површини биљног материјала, могућа је селективна екстракција. Из неразорених ћелија биљног материјала не дифундују молекули велике молекулске масе, на чему се заснива добијање екстракта без садржаја

протеина, полисахарида и других макромолекула (Пономарев 1976; Stanković et al. 1994a).

Екстракција се изводи дисконтинуално и континуално на собној температури или уз загријевање, најчешће на температури кључања растварача уз рефлукс, са мијешањем или без мијешања (Stanković i Stanojević 2014). Од конвенционалних екстракција најчешће се примјењују мацерација, дигестија и перколација. Мацерати и перколати се могу користити одмах или после концентровања. Концентрати екстраката су обично стабилни и не мијењају квалитет, тако да није потребно додавање конзерванаса, а при разблаживању дају арому свјеже биљне сировине (Handa 2008).

За екстракцију различитих биоактивних производа из биљних сировина у новије вријеме примјењује се екстракција течним гасовима у субкритичним и суперкритичним условима (Perrut 2000; Skala i sar. 2002), микроталасна (Zigoneanu et al. 2008; Ferhat et al. 2008) и ултразвучна екстракција (Vinatoru 2001; Svetković et al. 2017). Иако обезбјеђују веће приносе и бољи квалитет екстраката, њихова примјена је ограничена на високовриједне производе због високе цијене постројења (Perrut 2000; Vinatoru 2001; Zigoneanu et al. 2008).

Екстракција течним угљендиоксидом је највише у примјени. Користи се за екстракцију биоактивних састојака из маловолуминозних биљних материјала (сјеме, ситни плодови, пулверизовани биљни материјал) или из чврстих екстраката добијених конвенционалним поступцима екстракције. Предности екстракције течним угљендиоксидом у суперкритичним условима су: једноставно одређивање радних услова, лако удаљавање из екстракта промјеном притиска и температуре, нема термичке и оксидационе разградње, потпуна регенерација растварача и нема загађења околине (Bertucco and Franceschin 2008). Екстракција етарских уља течним угљендиоксидом у суперкритичним условима даје најквалитетнија етарска уља, са потпуно очуваним природним карактеристикама (Sovilj i Spasojević 2001).

Лако испраљиви органски растварачи, масна уља и масти се користе за екстракцију етарских уља у случају када се хидродестилацијом не могу добити квалитетна уља са задовољавајућим приносом. Поред етарског уља, екстрахују се и фиксатори мирисних компоненти уља (резиноиди и конкрети) (Sovilj i Spasojević 2001; Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2.2. Дестилати

Дестилати се добијају конвенционалним поступцима дестилације (обична, фракциона, хидродестилација и сува дестилација) из биљних сировина или екстраката, под сниженим, атмосферским или повишеним притиском (Tandon 2008; Stanković i sar. 1994b). За прехранбену индустрију од значаја су етарска уља и ароматизоване воде, који се добијају хидродестилацијом из ароматичног и зачинског биља. Главне фазе добијања етарских уља и ароматизованих вода су: припрема биљне сировине, хидродестилација, одвајање етарског уља и

ароматизоване воде, сушење етарског уља, паковање и складиштење (Stanković i Stanojević 2014).

Етарска уља која имају малу растворљивост у води и висок садржај термостабилних компоненти, а присутна су са релативно високим садржајем у биљној сировини (изнад 1%) добијају се хидродестилацијом (Stanojević et al. 2015). Као споредан производ хидродестилације етарских уља добија се ароматизована вода (Stanković и сар. 1994b; Stanković i Stanojević 2014).

За изолацију етарских уља се поред хидродестилације (водена, водено-парна и парна хидродестилација) користе и сљедеће методе изолације: екстракција лако испарљивим и тешко испарљивим растварачима, експресија (пресовање, цјеђење) и екстракција течним гасовима у надкритичним условима (Sovilj i Spasojević 2001).

17.2.2.3. Есенције

Биљне есенције се употребљавају као коригенси укуса и ароме у производњи специјалних алкохолних пића (ликери, вермути, коњаци, битери, медицинска и ароматизована вина, специјалне ракије) и готових јела (Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2.4. Биљне ароме

Биљне ароме се добијају из дестилата, течних, концентрованих и пулверизованих екстраката, есенција, ароматизованих вода и емулзија. У састав арома често улазе и поједине фракције и чисте компоненте изоловане из биљних сировина, екстраката и дестилата. Производе се ароме за алкохолна и безалкохолна пића, кондиторске производе (бомбоне, фондан, желе, креме, жвакаће гуме, преливи, масне креме, кекс, чоколаде), готова јела, месне, рибље и воћне прерађевине, маринирано поврће и воће, сладолед, јогурт, сиреви, дуван и дуванске прерађевине. Посебна група арома за алкохолна пића су бонификатори. То су екстракти биљних сировина са винским дестилатима за типизацију вињака и вискија. Ароме за безалкохолна пића састоје се од дестилата и екстраката у погодним растварачима. Најважније ароме ове групе су: ароме лимуна, наранџе и мандарине у облику емулзија њихових етарских уља у води, којима су додати емулгатори, стабилизатори и екстракти природних боја. Ароме се производе у течном, концентрованом и пулверизованом стању, у облику пасти и емулзија. Воћне базе су специјалне ароме за ароматизацију безалкохолних газираних пића са укусом континенталног и јужног воћа. У састав ових база улазе концентрати воћних сокова, арома емулзије, шећери, воћне киселине и конзерванси (сорбинска или бензојева киселина). За ароматизацију кондиторских производа употребљавају се веома концентроване ароме. Њихов састав мора да се прилагоди високим температурама у производњи неких кондиторских

производа, па екстракти и дестилати, осим етарских уља, не могу да се користе за њихову припрему (Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2.5. Воћне пасте

Воћне пасте представљају производе за ароматизацију сладоледа, воћног јогурта, воћних сирева, карамеле, шећерних производа и прелива за колаче и пуњење бомбона и чоколада. Израђене су од воћа, воћних концентрата, дестилата и екстраката, природних боја и арома, воћних киселина и витамина (Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2.6. Природне боје

Добијају се као екстракти биљних сировина. Могу бити растворне у води или мастима и уљима. Производе се у течном и пулверизованом облику (Stanković i Stanojević 2014). То су најчешће екстракти пигмената, прије свега хлорофила (зелене боје) и каротеноида (жуте, наранџасте и црвене боје), као и екстракти фенолних једињења (углавном флавоноида) (Nikolić 2011).

17.2.2.7. Зачини

Међународна организација за стандардизацију, са сједиштем у Женеви дефинише зачине и додатке као: биљне производе или смјеше, без сувишних ствари, битних за арому, зачин и мирис хране (Peter and Shylaja 2012).

Биљни зачини се добијају из екстраката и етарских уља ароматичних и зачинских биљака. Производе се као течни екстракти, мјешавине течних зачина, концентрати екстраката зачинског биља и олеорезина (Stanković i Stanojević 2014). Зачини се могу додавати храни у различитим формама: као цијеле зачинске биљке, као самљевене зачинске биљке, као ароматични дијелови зачинских биљака (корјен, лист, кора, цвијет, плод), као изолати: течни екстракти, етарска уља, уљани производи, смоле, припремљене и филтриране алкохолне инфузије, олеорезини и зачински екстракти који садрже ароматичне компоненте из зачинског биља и имају укус компоненти зачинског биља. Екстракти су обично дисперговани у једну или више течних фаза. Најпогодније базе за туршију и сосеве су, на примјер, раствори соли или декстрозе. Природни зачини који се користе за побољшање ароме су најчешће изоловани из етарских уља (Peter and Shylaja 2012).

Олеорезини су специјални зачини, биљни екстракти добијени уз помоћ одговарајућег растварача уз потпуно упаравање до чистог остатка. То су концентроване, густе, масне и вискозне течности које се користе у прехранбеној индустрији, прије свега у индустрији меса. Стандардизовани олеорезини су мјешавине етарских уља и течних екстраката зачинског биља са неиспарљивим дијеловима зачинског биља. Имају значајне предности у односу на остале

зачинске производе: садрже природне антиоксидансе, присуство смоластих компоненти чини их стабилнијим на високе температуре у производњи прехранбених производа, имају стандардизовану арому, укус и јачину, стабилни су у току складиштења, добро се мјешају са сувим носачима и једноставно се дозирају (Britton et al. 2004).

Течни зачини и течне мјешавине зачина намијењене су првенствено индустрији маринираног воћа и поврћа, индустрији прераде риба и индустрији готових јела и супа. Концентрати зачинских екстраката се користе у индустрији готових зачина и јела, супа и конзервисаних месних и рибљих прерађевина. Нису погодни за директну примјену у индустрији хране и меса, због тешкоћа у хомогенизацији при умјешавању. Препоручује се њихово разрјеђивање мастима, солима или скробом (Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2.8. Конзерванси

Биљни конзерванси су течни уљани или етанолно-водени екстракти, који садрже и природне антиоксидансе (токофероли, каротени, незасићене масне киселине, антоцијани, ксантони, флавоноиди и други) и антибиотике (фитонциди, фитоалексини). Могу се добити и у облику праха (антоцијани и њихови деривати, ксантони и њихови деривати, флавоноиди, флавоноли). Њихова примјена је у сталном порасту због нешкодљивости и ефикасности у одржавању свјежине и квалитета прехранбених производа (Stanković i Stanojević 2014).

17.2.2.9. Нутритивни додаци

Посебна група екстракта - течни и пулверизовани водени и водено-етанолни екстракти је од значаја за повећање нутритивне и биолошке вриједности прехранбених производа (Stanković i Stanojević 2014). У нутритивне додатке убрајају се прије свега екстракти поврћа (соја, пасуљ, грашак, боб, црни и бијели лук, шаргарепа, цвекла) и других култура (кукуруза, пшенице, јечма, ражи) у којима су присутне нутритивне компоненте хране: бјеланчевине, угљени хидрати, аминокиселине, триацилглицероли, масне киселине, витамини и минерали као и дијетална влакна. Нутритивни додаци обично се додају у хљеб, пецива, месне прерађевине, разне врсте кекса, колаче (Kukrić i sar. 2013).

17.3. Технолошки потенцијал љековитог биља и биљне врсте које се користе за добијање биоактивних производа у прехранбеној индустрији

Посљедње деценије све више долази до значајних промјена у начину живота, а самим тим и захтјева потрошача, што доводи до развоја нових технолошких производних процеса. Савремени начин живота утиче на промјене у исхрани због

све чешће појаве здравствених проблема становништва (Radojković i sar. 2017). Појава хроничних болести, као што су срчана и васкуларна обољења, артеросклероза, дијабетес, гастроинтестинални поремећаји, различити типови инфламација (Kris-Etherton et al. 2002; Kris-Etherton et al. 2004; Aćimović et al. 2015) често је повезана са неуредним начином живота, неправилном исхраном и повећаним стресом (Radojković i sar. 2017). Имајући у виду да потрошачи имају негативан став према примјени синтетских једињења у прехранбеним производима, све се више прибјегава употреби природних производа на бази љековитог биља.

На Балканском полуострву је регистровано 6340 вакуларних биљних врста од 10500 врста колико их је регистровано у Flora Europa-и (Šavikin et al. 2013). Велики број биљних врста на Балкану, богата и јединствена флора посљедица је различитих историјских и географских утицаја (Šavikin et al. 2013; Radojković i sar. 2017). Преко 700 биљних врста ове богате флоре употребљавају се у традиционалној медицини, а научним истраживањима је утврђено да показују различите биолошке активности (Stanojević et al. 2007; Stanojević et al. 2008; Stanojević et al. 2009; Stanojević i sar. 2009a; Milić et al. 2013; Stanojević et al. 2013; Žugić et al. 2014; Savić et al. 2015; Stanojević et al. 2016; Stanojević et al. 2016a; Radojković i sar. 2017).

Љековито биље има широку и разноврсну примјену у различитим индустријама: прехранбеној, фармацеутској, козметичкој и хемијској (Stanković i Stanojević 2014). Изолати на бази љековитог биља (екстракти и етарска уља) представљају изузетно велики потенцијал у развоју нових производа у прехранбеној индустрији (Runjaić-Antić i sar. 2003; Arsić i sar. 2003). Употреба биљних изолата у новим прехранбеним производима све је већа, као и одговарајућа потрошачка сазнања и сама прихватљивост таквих производа (Radojković i sar. 2017).

Биљне врсте, чије су биолошке активности доказане, а које поред употребе у традиционалној медицини, налазе примјену у прехранбеној индустрији (Aćimović et al. 2015; Mišan 2009; Mišan i sar. 2013; Mohamed et al. 2013; Radojković 2016; Carović-Stanko et al. 2016) углавном припадају сљедећим фамилијама: Apiaceae, Lamiaceae, Rhamnaceae, Urticaceae и Betulaceae.

Највећи број истраживања односи се на употребу биљних екстраката у пекарским производима са функционалним карактеристикама. Биљке које су коришћене у ову сврху су: коприва, босиљак, тимијан, ким, коријандер, морач, рузмарин, сладих, лан, анђелика, цимет, лазаркиња, пасји трн и др. Биљни додаци инкорпорирају се у прехранбене производе у облику прашка (уситњени биљни материјал), у облику екстраката, цјећених сокова, воскова, биљних уља, етарских уља, витамина, антиоксиданаса (Radojković i sar. 2017; Arsić i sar. 2003).

У примјени љековитог биља као додатака прехранбених производа веома је битно обратити пажњу на безбједност и здравствену исправност сировине, квалитет, ботанички и хемијски профил биљне сировине, цјелокупну стратегију квалитета и контроле квалитета производног процеса, репродуктивност

квалитета производних серија, тј. стандардизовати комплетну примјену љековитог биља у производњи прехранбених производа (Radojković i sar. 2017).

17.3.1. Носиоци биоактивних својстава у изолатима из љековитог и зачинског биља

Носиоци биоактивних својстава у изолатима из љековитог и зачинског биља су биомолекули који припадају различитим класама природних органских једињења алифатичне, алицикличне, ароматичне и хетероцикличне природе (Stanković i Stanojević 2014). Биомолекули биљног поријекла настају: природним биогенетским путевима из познатих прекурсора у метаболичким процесима у живим организмима биљака и под дејством биолошких, хемијских или физичких процеса на биљне биомолекуле у сировини у постморталној фази, у процесима њихове припреме и прераде у процесима добијања биоактивних производа (Stanković 2002).

У прехранбеној индустрији се све више посвећује пажња истраживању биолошки активних компоненти хране и прехранбених производа. Све биолошки активне компоненте (биомолекули) хране и прехранбених производа могу се подијелити на двије групе: нутритивне и ненутритивне (Kukrić i sar. 2013).

Биомолекули носиоци нутритивне вриједности прехранбених производа (*нутријенти*) су углавном слободне аминокиселине, пептиди, бјеланчевине, угљени хидрати, масти и уља, пектинске материје, витамини и минерали. Ови биомолекули могу се подијелити на: макронутријенте (ω -3 масне киселине, коњугована линолна киселина, гама-линоленска киселина, бјеланчевине, дијетална влакна); есенцијалне микронутријенте (витамини и минералне материје) и неесенцијалне нутритивне компоненте (угљени хидрати) (Kukrić i sar. 2013; Stanković i Stanojević 2014). Имајући у виду сложен хемијски састав и научно потврђена биолошка својства љековитог, зачинског и ароматичног биља, као и чињеницу да исхрану одликује дефицит појединих састојака хране, све више се развијају специјалне врсте прехранбених производа са побољшаним нутритивним карактеристикама (Radojković i sar. 2017).

Поред биомолекула носиоца нутритивних карактеристика у биљном материјалу налазе се и биомолекули који нису носиоци нутритивних карактеристика (ненутритивне биолошки активне компоненте) (Kukrić i sar. 2013). Ови биомолекули називају се *ненутритивне фитохемикалије*. Фитохемикалије су биоактивне ненутритивне компоненте које обухватају велики број једињења присутних у биљним сировинама. Основне класе фитохемикалија су: полифеноли, флавоноиди и друга фенолна једињења, каротеноиди, глукозинолати, биљни стероли, хлорофил, терпеноиди, антрахинони, сапонини, фитостероиди, алкалоиди и други (Kukrić i sar. 2013; Stanković i Stanojević 2014; Oh and Jun 2014; Kris-Etherton et al. 2002; Kris-Etherton et al. 2004; Martins 2017).

17.3.1.1. Биомолекули носиоци антиоксидативних особина биљних изолата - антиоксиданси

Намирнице, а посебно прерађена храна могу да изгубе нутритивну вриједност услед оксидативних реакција. Када су липиди изложени утицају спољашњих фактора (ваздух, свјетлост и температура) оксидационе реакције доводе до стварања производа са нежељеним укусом, потамњелом бојом и другим облицима кварења. Примарни аутооксидативни производи су хидропероксиди, који немају укуса и мириса, али њиховом деградацијом настају производи (алдехиди, кетони и други) који имају веома јак укус и мирис (Sarikurkcu 2011). Из наведеног разлога неопходно је додавати антиоксидансе током технолошког процеса прераде.

Молекули који имају способност да инхибирају стварање слободних радикала, или да директним дејством уклоне већ створене слободне радикале, називају се антиоксидансима (Haila 1999). Све је већи број научних истраживања усмјерених на синтезу вјештачких и на изоловање природних антиоксиданаса који би успорили оксидацију масти и биљних уља, и тако продужили њихову употребљивост (Čanadanović-Brunet 1998).

У индустрији хране користе се синтетски антиоксиданси као што су аскорбил-палмитат (АП), *терц*-бутил-4-хидроксианизол (БХА), *терц*-бутил-4-хидрокситолуен (БХТ), пропил-галат (ПГ), бутил-галат (БГ), октил-галат (ОГ), додецил-галат (ДГ), *терц*-бутил-хидрохинон (ТБХГ). Међутим, синтетски антиоксиданси нису безбједни за уношење у организам човјека, па се из тог разлога све више користе природни биљни антиоксиданси (Ito et al. 1986). Иако не постоји гаранција безбједности од природних антиоксиданаса, постоји нека сигурност, јер су изоловани из природних производа које користе генерације људи (Maestri et al. 2006).

Посљедњих година све је веће интересовање за истраживање антиоксидативног потенцијала биомолекула љековитог и зачинског биља. Познати су и традиционално се користе природни антиоксиданси од чајева, вина, воћа, поврћа и зачина (Štajner et al. 2010). Екстракти изоловани из биљних сировина представљају важан извор за производњу и примјену у прехранбеној индустрији нутритивних суплемената, компонената функционалне хране или антиоксиданаса. Тежња замјене синтетских са природним једињењима усмјерава истраживања у правцу испитивања различитих биљних материјала и идентификовања нових једињења са антиоксидативним дејством који се могу из њих изоловати. Из тог разлога све је већи број истраживања у циљу проналажења јефтиних извора природних антиоксиданаса из љековитог, ароматичног и зачинског биља за лијечење или превенцију штетних ефеката узрокованих слободним радикалима, као и за развој ефикасних и селективних техника екстракције (Skala i sar. 2002; Arsić i sar. 2003; Stanojević i sar. 2013; Stanojević i sar. 2014; Stanojević et al. 2015; Stanojević et al. 2015b; Stanojević et al. 2015c; Stanojević et al. 2016; Stanojević et al. 2016a; Stanojević et al. 2016b; Stanojević et al. 2016c;

Stanojević et al. 2016d; Stanojević et al. 2016e; Cvetković et al. 2017; Stanojević et al. 2017; Cvetković et al. 2018).

17.3.1.1.1. Најзначајнији антиоксиданси из љековитог и зачинског биља

Највише ароматичног и зачинског биља које садржи антиоксидативне биомолекуле има у сљедећим фамилијама биљака: штитаре (Apiaceae), крсташице (Brassicaceae), уснатице (Lamiaceae) и главочике (Asteraceae) (Grlić 1986). Изолати из шафрана, жалфије, мускатног ораха, црног бибера, најквирца и осталих зачина имају антиоксидативно дејство у очувању квалитета смрзнутог меса (Milić et al. 2000). Алкохолни екстракти листа и корјена коприве показују добру антиоксидативну активност која се углавном приписује високом садржају фенолних компоненти (Cetinus et al. 2005; Stanojević i sar. 2013; Stanojević et al. 2016; Stanojević et al. 2016c). На антиоксидативно дејство утичу и синергистички ефекти других биомолекула (танини, терпени). Екстракти зечје лободе (водени, етанолни, метанолни) показују бољу антиоксидативну активност од синтетског антиоксиданса БХТ. Антиоксидативна активност се приписује високом садржају укупних фенола и флавоноида, као и високом садржају хлорогене киселине у екстрактима (Stanojević et al. 2008; Stanojević et al. 2009). Из стабљика, лишћа, цвјетова и плодова неких биљака, као и из многих зачинских биљака, изоловани су сирови екстракти са јаким антиоксидативним особинама. У овим екстрактима су идентификована различита органска једињења, од којих доминантну улогу при антиоксидативном дјеловању имају фенолна једињења (Stanojević et al. 2009; Milić et al. 2013; Stanojević et al. 2015b; Cvetković et al. 2018).

Детаљним испитивањима је утврђено да се деривати фенола (флавоноиди, фенолне киселине и фенолни дитерпени), различита азотна (алкалоиди, амини, деривати хлорофила, аминокиселине), каротеноиди, алкалоиди и друга једињења убрајају у биљне молекуле који испољавају снажно антиоксидантивно дјеловање (Wanasundara and Shahid 2005; Maestri et al. 2006; Sati et al. 2010; Stanojević et al. 2015c, Stanojević et al. 2018; D'Amelia et al. 2018). Посљедњих година, највећи број истраживања природних антиоксиданаса бави се фенолним једињењима (Maestri et al. 2006; D'Amelia et al. 2018; Cvetković et al. 2017; Cvetković et al. 2018).

Фенолна једињења су веома распрострањени производи секундарног метаболизма биљака и антиоксидантно дјеловање биљних екстраката углавном се везује за њихово присуство (Maestri et al. 2006; Stanojević et al. 2009; Cvetković et al. 2017; Cvetković et al. 2018). У својој структури садрже ароматични прстен са једном или више хидроксилних група. Сматра се да је антиоксидативна активност фенола првенствено резултат њихове способности да буду донори водоникових атома и као такви уклањају слободне радикале уз формирање мање реактивних феноксил-радикала (Maestri et al. 2006; Čanadanović-Brunet 1998). Стотине природних фенолних једињења имају јако добра антиоксидативна својства. Њихова употреба у храни је, међутим, ограничена одређеним захтјевима о

адекватној безбједности хране (Maestri et al. 2006; Wanasundara and Shahidi 2005).

Природна фенолна једињења са антиоксидативним својствима могу се класификовати на липофилна (углавном токофероли) и хидрофилна (фенолне киселине, флавоноиди, полифеноли и танини) једињења (Maestri et al. 2006; Al-Jaber et al. 2011).

Токофероли и токотриеноли су најважнији липосолубилни антиоксиданси присутни у биљним уљима (Maestri et al. 2006; Wanasundara and Shahidi, 2005). Као антиоксиданси, токофероли показују максимални ефекат у релативно ниским концентрацијама, приближно једнаким њиховим концентрацијама у биљном уљу. Ако се употребе у високим концентрацијама токофероли могу реаговати као прооксиданси (Maestri et al. 2006).

Фенолне киселине су друга група фенолних једињења са антиоксидативним својствима. Гална киселина је фенолна киселина која се најчешће користи као антиоксиданс у храни. Монохидроксилне фенолне киселине, као што су ванилинска, кафеинска, синапинска, сиригинска, ферулинска и кумаринска, такође показују антиоксидативну активност. Фенолне киселине инхибирају одређене ензимске системе, од којих је најзначајније дјеловање на липидну пероксидазу. Због тога се могу користити као конзерванси, антиинфламаторни агенси и антиоксиданси (Shahidi and Naczk 1994; Maestri et al. 2006; Al-Jaber et al. 2011).

Флавоноиди имају C₆-C₃-C₆ угљоводонични скелет, у којима су два бензенова прстена повезана преко C-3 јединице. То су у води растворни жути, црвени или љубичасти пигменти распрострањени у биљним органима. Из биљака је изоловано и проучено преко 3000 флавоноида који су, с обзиром на степен оксидације централног пиранског прстена, подијељени у дванаест класа: флаволи, изофлаволи, флаванони, флавоноли, флаванолни, флаволи, катехини, антоцијанидини, леукоантоцијанидини, халкони, дихидрохалкони и аурони (Janićijević i sar. 2008).

Због своје специфичне структуре флавоноиди су потенцијални природни антиоксиданси (Rice-Evans 2001). Флавоноиди своја антиоксидативна својства најчешће испољавају директним хватањем слободних радикала, при чему сами прелазе у стабилне радикале који немају довољно енергије да покрену ланчану реакцију липидне пероксидације са супстратом. Поред тога, они испољавају антиоксидативна својства и инхибирањем ензима одговорних за продукцију супероксидног анјона, хелирањем метала који су укључени у реакције настанка слободних радикала и превенцијом процеса пероксидације, редукцијом алкокси и пероксил радикала. Немају само директно антиоксидативно дјеловање, већ и ефекат да побољшавају дјеловање других антиоксиданаса, као што су витамин С и Е (Maestri et al. 2006; D'Amelia et al. 2018).

Многи флавоноиди и њихови деривати показују значајна антиоксидативна својства у прехранбеним производима. Већина ових једињења има веома ниску

растворљивост у липидној фази, што може бити озбиљан недостатак при изради прехранбених производа (Wanasundara and Shahidi 2005). Имајући у виду њихова антиоксидативна својства, флавоноиди имају различите примјене у прехранбеној индустрији (Pratt and Hudson 1990). На примјер, они се додају као активни антиоксидативни материјали за паковање хране осјетљиве на кисеоник како би јој се повећао рок трајања производа и садржај биоактивних једињења. Такође је позната примјена флавоноида као додатака куваним свињским кобасицама и сировим филетима скуше, у циљу смањења оксидације липида (D'Amelia et al. 2018). Истраживањима је показано да антиоксидативна активност биљних екстраката зависи од садржаја укупних флавоноида, односно екстракти са већим садржајем флавоноида показују бољу активност (Cvetković et al. 2017; Stanojević et al. 2016b; Stanojević et al. 2016c).

Полифеноли представљају природне физиолошки активне нутријенте. Дијеле се у четири подгрупе: биофлавоноиде, антоцијанине, проантоцијанидине и ксантоне. Присутни су у различитим врстама љековитог, ароматичног и зачинског биља. Употребљавају се као важне саставне компоненте хране. Воће и поврће обезбјеђује фармаколошку активност против развоја хроничних болести, јер садржи велики број антиоксидативних компоненти, као што су полифеноли (Al-Jaber et al. 2011). Постоји директна веза између антиоксидативног дјеловања и садржаја укупних фенола у биљним екстрактима (Milić et al. 2013; Stanojević et al. 2015b; Stanojević et al. 2016; Stanojević et al. 2016b; Stanojević et al. 2016c).

Антоцијанини имају најјаче љековито дјеловање у односу на друга једињења из биљака. Показало се да су неки антоцијанини четири пута снажнији антиоксиданси од витамина Е. Бобице нектарина, укључујући грожђе боровнице, бруснице и шљиве су неки од најбогатијих извора антоцијанина. Црвени купус, патлиџан и јабуке су неке од биљака које садрже антоцијанине. Истраживањима је показано да антоцијанини имају најјачу антиоксидативну активност од свих полифенола (Halliwell 1986).

Проантоцијанидини су група полифенола коју хемичари називају кондензованим танинима или олигомерним проантоцијанидима. Неки од најбогатијих извора проантоцијанидина су нектар грожђа, боровнице, бруснице, базге, суве шљиве и јабуке (Al-Jaber et al. 2011).

Ксантони имају јак антиоксидативни ефекат на нервни систем. Најбогатији извор ксантона је нектар корјена горчице. Ксантони су носиоци највећег горког укуса у односу на друга позната једињења носиоца горког укуса (Al-Jaber et al. 2011).

Антиоксидативна активност етарских уља. Ароматично биље има дугу употребу у историји кулинарства. Не само да су многе врсте изузетно пријатног укуса и мириса, већ се користе и да прикрију лоше мирисе и ароме хране (Maestri et al. 2006). Етарска уља су веома значајни биоактивни изолати из зачинског и ароматичног биља. Могу се изоловати различитим техникама хидродестилације (класична водена, водено-парна и парна хидродестилација) или хидродифузије, експресије и екстракције (Skala i sar. 1999; Skala i sar. 2002; Stanković i Stanojević 2014; Stanojević et al. 2015a; Stanojević et al. 2017).

Испарљива једињења из ароматичног биља, углавном из групе терпена и/или етарска уља посједују високи антиоксидативни потенцијал и користе се као природни антиоксиданси у заштити прехранбених производа (Maestri et al. 2006). Етарска уља представљају значајан извор природних антиоксиданаса. Користе се у мањим концентрацијама од синтетских, не реагују са компонентама хране, амбалаже и лако се хомогенизују са хранљивим састојцима. Имају функцију побољшивача ароме. Дјелују тако што сузбијају производњу активних радикалских врста, одузимањем јона метала, као и уклањањем завршних продуката ланчаних реакција активних слободних радикала (Tiwari 2001; Tiwari 2004).

Бројне студије показале су антиоксидативне особине етарских уља (Lopes-Lutz et al. 2008; Miguel et al. 2011; Chauhan et al. 2011; Stanojević et al. 2015; Stanojević et al. 2016a; Stanojević et al. 2016d; Stanojević et al. 2016e; Stanojević et al. 2017) и њихова употреба је у великом порасту. Антиоксидативни потенцијал етарског уља зависи од његовог састава. Утврђено да фенолна једињења и секундарни метаболити са коњугованим двоструким везама обично показују значајна антиоксидативна својства. У већини етарских уља доминирају оксидовани монотерпени, као што су алкохоли, алдехиди, кетони и естри (Dhifi et al. 2016). Етарска уља са високим садржајем фенолних једињења, а мањим садржајем терпена обично посједују јаку антиоксидативну активност (Devrnja 2017).

Ензимске трансформације у воћу и поврћу могу да изазову непожељне квалитативне промјене током убирања, прераде и складиштења. Ове реакције углавном су резултат дејства ензима присутних у овим биљним сировинама: полифенолоксидазе и пероксидазе. Оба ензима катализују више од једне реакције и дјелују на већи број супстрата, доводе до тамњења намирница, до промјене боје, губитка укуса и хранљивих вриједности (Maestri et al. 2006). Тако, етарска уља еукалиптуса, матичњака, рузмарина, каранфилића и лимуна смањују пероксидазну активност у органским екстрактима лиснатог поврћа, док се етарско уље оригана користи за спречавање липидне пероксидације код сировог и куваног ћурећег и пилећег меса у току складиштења. Ово уље користи се само или у комбинацији са α -токоферолом (Maestri et al. 2006).

Етарска уља мирођије (Stanojević et al. 2016d), куркуме (Stanojević et al. 2015), босиљка (Stanojević et al. 2017), рузмарина (Stanojević et al. 2018a), оригана (Stanojević et al. 2016e), менте (Marjanović-Balaban et al. 2018), камилице (Stanojević et al. 2016a), показују добру антиоксидативну активност у неутралисању слободног DPPH радикала и представљају изворе природних антиоксиданаса са могућом примјеном у прехранбеној индустрији. Најчешће компоненте присутне у етарским уљима које показују добру антиоксидативну активност јесу слједеће: анетол, тимол, карвакрол, 4-алил-фенол, еугенол, линалол, естрагол, 1,8-цинеол, 4-терпинеол и бензилалдехид (Maestri et al. 2006; Braga et al. 2006; Yoshimura et al. 2011; Terenina et al. 2011). Дитерпени рузмарин-дифенол, карнозинска киселина, карнозол, розманол и епирозманол су фенолни дитерпени изоловани из рузмарина. Ефикасни су у заштити биолошких система

од оксидативног стреса (Al-Jaber et al. 2011). Сесквитерпен хамазулен изолован из камилице је добар антиоксиданс који блокира пероксидацију арахидонске киселине, што може бити од изузетног значаја у прехранбеној индустрији (Stanković i Stanojević 2014). Еугенол из каранфилића, линалол из коријандера и куминалдехид из кумина инхибирају липидну пероксидацију гашењем слободних радикала кисеоником и повећањем активности ендогених антиоксидативних ензима: супероксид дисмутазе, каталазе, глутатион пероксидазе и глутатион трансферазе (Maestri et al. 2006).

17.3.1.1.2. Примјена антиоксиданаса биљног поријекла у прехранбеној индустрији и храни

Познато је да се ароматичне и зачинске биљке употребљавају као природни конзерванси још од античких времена. Додавање зачина не само да побољшава укус и мирис хране, већ и спречава њено кварење и продужава рок трајања (Mimica-Dukić 2003). Приликом складиштења и чувања хране са временом долази до њеног кварења и смањења биолошке вриједности. Кварење хране посљедица је ензимских и неензимских промјена које доводе до оксидације, што утиче на промјену укуса, ароме, изгледа, физичких карактеристика, биолошке вриједности и токсичности прехранбеног производа (Milić i sar. 2000).

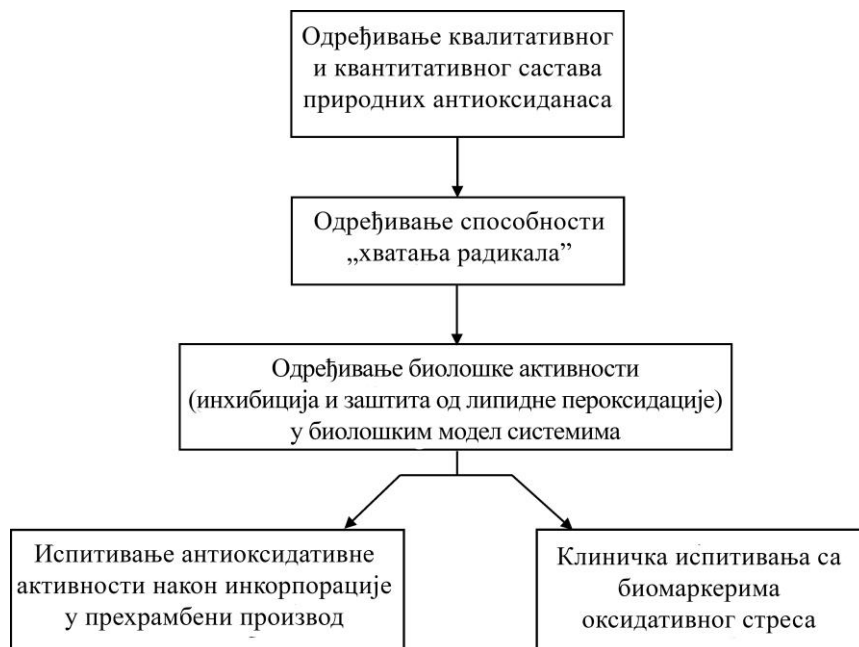
Оксидација је један од најзначајнијих процеса који се одвија у храни и неким прехранбеним производима и који доводи до кварења хране и прехранбених производа. Овај процес се убрзава са порастом температуре, под дејством свјетлости, трагова метала и пигмената. Утицај наведених фактора може се донекле смањити деоксигенацијом, вакуум паковањем и замрзавањем. Често ово није довољно, па се у току производње прехранбених производа додају антиоксиданси - специфични адитиви који инхибирају реакције оксидације. Оксидативна деградација масти и уља у храни доводи до промјене мириса и укуса, чиме се смањује њен нутритивни и сензорни квалитет. Зато је неопходно у току технолошког процеса производње додавати антиоксидансе који продужавају рок трајања хране, спречавањем оксидационих процеса (Mišan 2009; Tumbas 2010).

Екстракти изоловани из биљних сировина представљају важан извор за производњу и примјену у прехранбеној индустрији нутритивних суплемената, компонената функционалне хране или антиоксиданаса (Stanković i Stanojević, 2014). Природни антиоксиданси, који се добијају из љековитих, ароматичних биљака, сматрају се безбједним за употребу. Тешко је предвидјети ефикасност сваког антиоксиданса у одређеном прехранбеном производу, па је из тог разлога могућност универзалне примјене природног антиоксиданса ограничена (Tumbas 2010). У прехранбеној индустрији користе се различити биљни антиоксиданси као адитиви, за побољшање квалитета прехранбених производа. Бројним истраживањима показано је да полифенолна једињења представљају групу једињења која, у организму, доприносе добром физиолошком функционисању

ћелија и заштити биомолекула од оксидације (липида, бјеланчевина, нуклеинских киселина). Због својих антиоксидативних карактеристика ова група једињења се користи у прехранбеној индустрији, како за побољшање органолептичких карактеристика, тако и за очување биолошке вриједности хране (у технолошким процесима производње и складиштења). Фенолна једињења имају утицај на боју, укус антимикробну активност и антиоксидативну активност прехранбених производа (Ћанадановић-Брунет 1998; Мимика-Дукић 2003).

Приликом избора природног адитива са антиоксидативним дјеловањем мора се водити рачуна о природи супстрата на коме се испитује антиоксидативна активност. Антиоксидативна својства варирају у зависности од сложености интеракција између активних компоненти потенцијалног антиоксиданса и супстрата коме се додаје природни антиоксиданс (Мишан 2009).

Природни антиоксиданси који се додају у прехранбеним производима служе не само као адитиви, већ и као извори антиоксиданаса *in vivo*. Да би се антиоксиданси употребили као прехранбени адитиви, потребно је урадити њихово тестирање прије саме употребе (Тумбас 2010). Поступак за тестирање антиоксиданаса прије употребе у прехранбеним производима приказан је на Слици 17.1 (Stanković i Stanojević 2014).



Слика 17.1 Поступак за тестирање антиоксиданаса (Stanković i Stanojević 2014)
Figure 17.1 Method for antioxidants testing (Stanković i Stanojević 2014)

17.3.1.2. Биоактивни производи биљног поријекла носиоци антимикробних особина и њихова примјена у прехранбеној индустрији

Посљедњих година све је већа примјена традиционалне медицине на бази љековитог биља, као алтернативног облика лијечења разних болести због појаве резистентности микроорганизама на постојеће синтетске антибиотике. Антибактеријска резистенција један је од највећих проблема са којим се суочава модерна медицина. Појава резистенције патогених бактерија на многе љекове код људи и животиња као и нежељена дејства одређених антибиотика је изазвала велико интересовање у потрази за новим антибактеријским љековима биљног поријекла (Nostro et al. 2000). Много прије открића бактерија, било је познато да неке биљне врсте садрже љековите биомолекуле. Неки од ових традиционалних биљних љекова се и даље користе у лијечењу разних болести. Употреба уве и сока од бруснице у лијечењу инфекција уринарног тракта може се наћи у многим приручницима фитотерапије, док су биљне врсте као што су матичњак и бијели лук познате по антимикробним својствима. Посебно су се етарска уља и екстракти изоловани из ових биљака користила у лијечењу инфективних болести респираторног система, уринарног тракта, као и кожних болести (Mendonça-Filho 2006).

У циљу проналажења нових, природних антимикробних агенаса, велики је број научних радова у којима је утврђена антимикробна активност природних једињења изолованих из биљака (Menghani et al. 2011; Stanojević et al. 2011; Stanojević et al. 2015; Stanojević et al. 2016a; Stanojević et al. 2016d; Stanojević et al. 2016f; Marjanović-Balaban et al. 2018).

Питање безбједности хране наилази на све већу пажњу широм свијета, због узајамне зависности између хране која се конзумира и здравља људи. Безбједност хране представља суштински елемент унапређења здравља у условима који подразумевају располагање довољним количинама безбједне хране са дефинисаним параметрима квалитета (Vesković i Đukić 2017). Микроорганизми доводе до честог кварења хране, тако да је њихово присуство један од највећих проблема који се среће у прехранбеној индустрији (Pavlović i sar. 2011). Микроорганизми *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes*, *Salmonella* spp, *Bacillus* spp, *Clostridium botulinum* и други, чести су узрочници кварења хране и болести пренешених конзумирањем животних намирница (Cowan 1999; Pavlović i sar. 2011).

Традиционалним поступцима заштите хране настоји се да се осигура њена безбједност примјеном ефикасних хемијских конзерванаса (сорбинска киселина, бензоева киселина, калијум сорбат и други) или примјеном физичких третмана у току процеса производње, попут високих температура. Међутим, овакав начин конзервације хране има недостатке, као што су: доказана токсичност многих, најчешће примјењиваних конзерванаса, промјена сензорних и нутритивних својстава хране усљед примјене виших температура (Vesković i Đukić 2017). Као један од начина превазилажења тог проблема је и константан развој примјене

нових доступних природних антимикробних агенаса, изолованих из биљних сировина. Из наведених разлога, данас се поклања све већа пажња примјени природних агенаса изолованих из биљака који имају улогу конзерванаса (Pavlović i sar. 2011). У свијету се спроводи све већи број испитивања антибактеријске активности биљних екстраката и етарских уља као и њихових компонената као алтернативних антимикробних агенаса (Weckesser et al. 2007). Такође, захтјеви потрошача за тзв. здравом, односно неконзервисаном храном и законска регулатива везана за примјену синтетичких адитива све више подстичу испитивања алтернативних природних прехранбених адитива. Из тог разлога, данас су веома актуелна испитивања активности биљних екстракта на бактерије које изазивају кварење хране, као и на патогене бактерије које се преносе храном (Tajkarimi et al. 2010).

Биљке су богате широким спектром секундарних метаболита, као што су танини, терпеноиди, алкалоиди и флавоноиди, за које је утврђено да посједују антимикробна својства *in vitro* (Stanković i Stanojević 2014). Због тога биљке представљају „хемијске фабрике“, које су извори разних биљних биоактивних производа са биолошким својствима (Menghani et al. 2011).

У циљу проналажења нових, природних антимикробних агенаса, велики је број истраживања у којима је утврђена антимикробна активност једињења изолованих из биљака (Marghitas et al. 2011; Denčić 2012; Stanojević et al. 2016; Stanojević et al. 2017; Sakić et al. 2018). Као значајни природни антимикробни агенси за ове сврхе посебно се истичу екстракти из поврћа (Pavlović i sar. 2011; Neihaya et al. 2015). Парадајз је значајан због садржаја угљених хидрата (глукоза и фруктоза), органских киселина, витамина С и високог садржаја витамина К, а истовремено мале калоријске вриједности. Плодове паприке одликује садржај угљених хидрата (највише глукозе), јабучне и лимунске киселине и бојених материја каротеноида, а посебно се истиче садржај витамина С (Pavlović i sar. 2011).

Велики број зачинског биља налази примјену као природни конзерванс у прехранбеној индустрији. Осим што се користи за постизање одговарајуће ароме и интензивирање укуса, значајан број зачина и љековитог биља показује и антимикробно дејство, што је од великог значаја за прехранбену индустрију у процесу спречавања развоја патогених микроорганизама (Kalaba et al. 2014; Kalaba and Kalaba 2014; Kalaba et al. 2015; Marjanović-Balaban et al. 2018; Stanojević et al. 2011; Stanojević et al. 2015; Stanojević et al. 2016a; Stanojević et al. 2016d).

Научним истраживањима је показано да биљни екстракти богати фенолним једињењима показују добру антимикробну активност (Marghitas et al. 2011). Тако је на примјер, доказано антимикробно дејство етанолног екстракта коприве на *L. monocitogenes* (Dulger and Gonuz 2004), патогену бактерију која најчешће након конзумирања хране доводи до појаве болести листериозе. То је посебно опасан патоген, пошто може да преживи на ниским температурама (намирнице које се чувају у фрижидеру) (Vesković i Đukić 2017). Значајан је податак да етанолни екстракти листа коприве показују антимикробно дејство на *B. subtilis* (Denčić

2012). *Vacillus* врсте најчешће изазивају алиментарне токсикоинфекције код људи. Токсикоинфекције су повезане са конзумирањем различитих прехранбених производа, у којима доминирају скроб и протеини, као што су: пиринач, месо и месне прерађевине, десерти и друга конзервисана храна. Веома често су присутне као контаминанти намирница анималног и биљног поријекла, јер због отпорних спора могу преживјети различите физичке и хемијске услове (Kotironta et al. 2000). Антимикробна активност екстраката листа коприве може се приписати присуству једињења са антимикробним дејством из класе фенола и флавоноида (Kuete et al. 2008), мада је механизам дејства врло сложен и вјероватно посљедица синергистичког дејства компоненти различитог хемијског састава присутних у екстрактима. На основу приказаних резултата може се закључити да, коприва као једна од најљековитих биљака веома распрострањена у нашим крајевима, а од које се могу користити сви дијелови (Stanković i Stanojević 2014) представља извор природних антимикробних агенаса са могућом примјеном у прехранбеној индустрији, као сигурнија алтернатива од синтетичких антимикробних агенаса.

Антимикробна својства на различите патогене показују не само биљни екстракти, као смјеше различитих компоненти (Marghitas et al. 2011; Nostro et al. 2000; Denčić 2012), већ и поједине компоненте изоловане из биљних материјала (Menghani et al. 2011; Angioni et al. 2004; Gutierrez et al. 2008). Посебно мјесто у значају антимикробног дјеловања заузимају етарска уља (Celiktaş et al. 2007; Gachkar et al. 2007; Božin et al. 2007; Sacchetti et al. 2005; Singh et al. 2013; Burt 2007; Kuete et al. 2010; Soković et al. 2010).

Посљедњих година све већи број истраживања која се баве испитивањем могућности примјене етарских уља изолованих из љековитог и зачинског биља у прехранбеној индустрији у циљу продужења рока трајања животних намирница, односно успоравања или спречавања развоја патогених бактерија и побољшања квалитета прехранбених производа (Bakkali et al. 2008; Burt 2004; Ponce et al. 2008; Vegara et al. 2011). Етарска уља изолована из љековитог и зачинског биља попут оригана, ђумбира, рузмарина, босиљка, куркуме, бијелог лука, орашчића, каранфилића, чубра и морача, појединачно или у комбинацији са конзервансима, показују антимикробно дјеловање на велики број микроорганизама (Burt 2007; Gutierrez et al. 2008; Holley and Patel 2005; Sandasi et al. 2008; Tajkarimi et al. 2010; Viuda-Martos et al. 2008).

Месо и месни производи су веома подложни развоју микроорганизама уколико се са њим не рукује на одговарајући начин, што може довести до опадања квалитета и кварења. Етарска уља лаванде и рузмарина примјењивана су у месној индустрији, за очување пилећег меса. Ова уља показују добра антимикробна својства против анаеробних бактерија, млијечно-киселинских бактерија и *Enterobacteriaceae* родова. На основу показаних антимикробних дејстава ова етарска уља се могу ефикасно користити у месу као природни адитиви, као алтернатива синтетским прехранбеним адитивима, посебно као ефикасни антимикробни агенси (Petrova et al. 2015).

Осим антимикуробног дјеловања екстраката и етарских уља значајно је и дјеловање чистих компоненти изолованих из биљног материјала, попут ментола из нане, катехина из чаја, ферулинске, изованилинске, *p*-хидроксициметне, *p*-хидроксибензоеве, сиригинске, кафеинске, гентизинске и протокатехинске киселине из *Scrophularia frutescens*, антрахинона из кантариона, хинона, танина, флавона, алкалоида (берберин из шимширике), фруктозе из боровнице, кумарина из слатке дјетелине, артемисина из пелина, капсаицина и дихидрокапсаицина из паприке (Menghani et al. 2011).

Многи јони метала (сребро, злато, бакар, паладијум, платина, титан, гвожђе) у одговарајућим реакционим условима и присуству редукционог средства, које уједно има и улогу стабилизирајућег агенса, могу да формирајују честице малих размјера ($< 10^{-6}$ m) које се називају металне наночестице. Код честица оваквих размјера престају да важе закони класичне физике и долазе до изражаја квантномеханички феномени, тако да се особине објеката нанометарских димензија знатно разликују од макроскопских. Ове честице имају посебне оптичке, каталитичке и електростатичке особине и биолошку активност (Jiang et al. 2005; Saha et al. 2010; McFarland et al. 2003; Bhattacharya et al. 2008) и све већу примјену у свакодневном животу у различитим областима. Посљедњих деценија интензивно се изучавају процеси синтезе, карактеризације и примјене наночестица. Од металних наночестица, наночестице сребра се користе изузетно због њихове потенцијалне антибактеријске, антипролиферативне, антифунгалне, антиоксидативне и антиканцерогене активности (Caswell et al. 2003; Chaki et al. 2004; Chen et al. 2002; Wang et al. 2003; Faure et al. 2003; Johans et al. 2004).

Антимикуробне карактеристике сребра су већ вијековима познате. Тако је посуђе од сребра коришћено за чување воде, док су једињења која садрже сребро коришћена у традиционалној медицини (Armentano et al. 2010; Slawson et al. 1992). Значајан пораст микроорганизама који су резистентни на постојеће антибиотике вратило је сребро у медицинску примјену (Monteiro et al. 2009). Показано је да наночестице имају већу антимикуробну активност од јона сребра (Lok et al. 2006). Наночестице сребра такође дјелују на различите вирусе (Xiang et al. 2011) и гљиве (Panáček et al. 2009). Због одличних антимикуробних својстава, наночестице сребра су се интензивно користиле у индустрији хране и то у паковању, конзервасању хране и сјемена, биођубрива. Наночестице сребра су, такође, због своје снажне антимикуробне активности веома атрактивне компоненте за побољшање функционалности мембрана за третман отпадних вода, као и филтера за воду (Jain and Pradeep 2005; Kim and der Bruggen 2010; Lima et al. 2012).

Синтеза наночестица сребра зависи од растварача и редукционих и стабилизационих агенаса, која се класификује као процес зелене или хемијске синтезе. Растварачи и редукциони агенси одређују физичке и морфолошке карактеристике Ag наночестица. За синтезу Ag наночестица користе се као прекурсори различите сребрне соли, а као доминантни прекурсор се користи Ag(NO₃) због своје високе хемијске стабилности и ниске цијене. Прије редукције

сребрна со се треба растворити у медијуму, као што је органски и неоргански растварач. Синтеза наночестица са релативно високим концентрацијама честица, у комбинацији са унапред дефинисаним облицима, постиже се коришћењем органских растварача. Као најраспрострањенији растварач у зеленој синтези је вода. Наночестице сребра се могу синтетизовати редукцијом Ag^+ јона помоћу различитих редукционих средстава, хемијског агенса, биљних екстраката, биолошког агенса или зрачења (Vijayaraghavan and Nalini, 2010). Што се тиче зелене синтезе наночестица, она укључује три главна корака која се морају процијенити на основу принципа зелене хемије, а то су: избор растварача, избор еколошки безопасних редукционих средстава и избор нетоксичних супстанци за стабилност наночестица (Sharma et al. 2009).

Међу различитим познатим методама синтезе, пожељна је синтеза наночестица нанешених на биљкама, као економична и еколошки прихватљива метода (Kumar et al. 2010). Све је веће интересовање за зеленом синтезом наночестица сребра, гдје се биљни екстракти користе као редукујући и заштитни агенс, тако да су методе зелене синтезе са различитим биљним екстрактима описане у литератури (Vilchis-Nestor et al. 2008; Sharma et al. 2012; Huang et al. 2007; Cakić et al. 2018).

Познато је да биљке производе различите врсте фитохемикалија, као што су фенолна једињења, карбоксилне киселине, протеини, гликозиди (Stanković i Stanojević 2014). Велики број фитохемикалија могу се екстраховати водом, при чему добијени екстракти садрже биоактивне компоненте са различитим функционалним групама које могу редуковати Ag^+ до Ag^0 , али такође дјелују и стабилизирајући агенси наночестица. Тако, наночестице сребра стабилизоване воденим екстрактом димњаче (*Fumaria officinalis*) показују добру антимикуробну активност на патогене *St. aureus*, *B. cereus*, *B. luteus*, *L. monocytogenes*, *E. coli*, *P. aeruginosa*, *K. pneumoniae*, *P. vulgaris*, као и антифунгалну активност на *C. albicans*, што може бити од значаја за примјену у прехранбеној индустрији (Cakić et al. 2018).

17.3.1.3. Биоактивни производи биљног поријекла са љековитим и нутритивним својствима у прехранбеним производима и функционалној храни

Значај исхране битно је промијењен у савременом друштву. Захтјеви потрошача када су у питању прехранбени производи посљедњих десетак година су све већи. Паралелно се мијења улога хране и концепт исхране у свакодневном животу људи. Храна савременог потрошача, поред задовољења енергетских потреба и уноса неопходних нутриената, треба да обезбиједи превенцију болести везаних за исхрану, као и унапређење физичке способности и менталног здравља појединца (Radojković 2016). Интересовање за здравији начин живота ствара могућности за производњу и примјену нових фитоизолата са љековитим и нутритивним својствима - нутрицеутикалса за унапређење здравља и спречавање

болести (Stanković i Stanojević 2014). Све чешће се употребљавају термини „функционална храна“ и „нутрицеутикали“, како на нивоу исхране тако и у прехранбеној индустрији. Грчки љекар Хипократ, поставио је прије око 2500 година хипотезу: „Нека храна буде ваш лијек, а лијек буде ваша храна“. Бијели лук, парадајз, алоја, першун, броколи, брусница, цвекла, купус, аронија и многе друге биљке познате су по својим љековитим својствима. Већина ових биљака користи се као храна, али и као лијек. Производња функционалне хране или хране која дјелује повољно на здравље уз адекватно нутритивно дјеловање, представља основу развоја модерне прехранбене индустрије (Miletić i sar. 2008; Mišan 2009; Stanković i Stanojević 2014; Martins 2017).

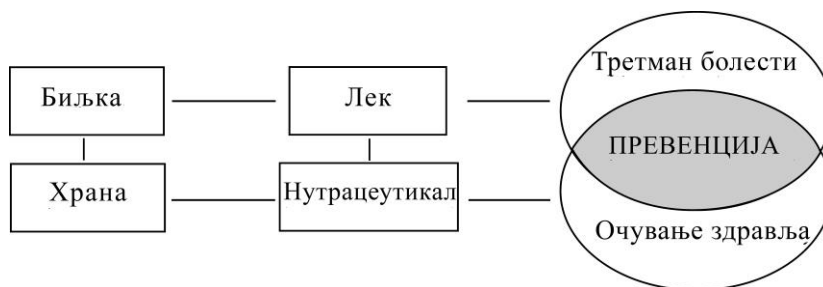
Функционална храна је храна која има повољно дејство на људско здравље поред својих уобичајених нутритивних функција. Она садржи биолошки активне материје које показују позитиван ефекат на одређене функције у организму човјека (Mišan 2009; Arsić i sar. 2003; Martirosyan and Singh 2015; Aćimović i sar. 2015; Miletić i sar. 2008; Carović-Stanko et al. 2016; El Hadad et al. 2011). Функционална храна се може посматрати као трећа генерација хране са позитивним ефектом на здравље. Због непостојања адекватних дефиниција, често настаје и велика конфузија око употреба термина функционална храна и нутрицеутикали (Mišan 2009; Rajat et al. 2012; Pandey et al. 2010).

Термин „нутрицеутикал“ је кованица од речи *исхрана (nutrition)* и *фармацеутски (pharmaceutical)*, а односи се на компоненте хране које испољавају фармаколошко дјеловање. Ову кованицу дефинисао је 1989. године Stephen Defelice, оснивач и председник Фондације за иновације у медицини, Америчке организације која подстиче медицинско здравље. Према њему, нутрицеутикал је свака супстанца која је храна или дио хране и која обезбјеђује медицинску или здравствену заштиту, укључујући превенцију и лијечење болести. Такви производи могу да се крећу од изолованих хранљивих материја (нутријената), дијететских суплемената до специфичне генетски модификоване хране и биљних производа (Pandey et al. 2010).

Са становишта потрошача, функционална храна и нутрицеутикали имају многе предности: могу повећати здравствену вриједност хране, могу продужити животни вијек људи, могу помоћи да се избјегну посебни медицински третмани, могу имати физиолошки значај у организму, могу се примјењивати као природни фитоизолати и мања је вјероватноћа да ће произвести нежељене споредне ефекте у односу на додатке које препоручује традиционална медицина, могу представљати храну за становништво са посебним потребама (Pandey et al. 2010; Mišan 2009; Miletić i sar. 2008; Martins 2017; Aćimović i sar. 2015).

Веома је тешко направити јасну границу између лијека и хране. Унутар Европске уније категоризација нутрицеутикала је, у цјелини, направљена на основу прихваћених ефеката у организму. Ако супстанца само доприноси одржавању здравих ткива и органа може се сматрати храном. Уколико се, међутим, покаже да супстанца има различита дејства на један или више физиолошких процеса у

организму, обично се сматра љековитом супстанцом (Слика 17.2) (Pandey et al. 2010; Stanković i Stanojević 2014).



Слика 17.2 Улога нутрацеутикала између хране и лијека (Stanković i Stanojević 2014)

Figure 17.2 The role of nutraceutical as a food and drug in one (Stanković i Stanojević 2014)

Што се тиче примјене, сви нутрацеутикалси могу се посматрати као: потенцијани и основни нутрацеутикалси. Потенцијални нутрацеутикалси су они који се могу потенцијално користити за одређене здравствене или медицинске сврхе. Потенцијални нутрацеутикалс постаје основни тек након клиничких испитивања (Stanković i Stanojević 2014).

Нутрацеутикалси се могу класификовати и на основу биоактивних компоненти присутних у биљном материјалу. Неке од биоактивних компоненти биљног поријекла које се убрајају у нутрацеутикалсе су ликопен, лутеин, β -каротен, флавоноиди, фенолне киселине, антоцијанини, куркумин, ресвератрол, фитоестрогени, дијетална влакна житарица, ω -3 масне киселине, сулфорафан, сапонини, минерали, шећери, глукозинолати, изофлавони, лигнани, алкалоиди (капсаицин, пиперин), сапонини, терпени, антрахинони (Rajati et al. 2012; Stanković i Stanojević 2014).

У широки концепт функционалне хране може се убројати: природно нутритивно вриједна храна, храна обogaћена функционалним састојцима, храна из које су уклоњене одређене супстанце, храна у којој су измијењена својства појединих компонената, храна у којој је биорасположивост једне или више компонената модификована и све комбинације наведених могућности (Mišan 2009; Martirosyan and Singh 2015; Radojković 2016).

Љековито биље представља највећи потенцијал за производњу функционалне хране. У овој области постоје потешкоће које настају спорењем око тога шта је храна а шта лијек. Многе компаније биљеже растуће интересовање потрошача за прехранбене производе, напитке и додатке који садрже биљне екстракте (Runjaić-Antić i sar. 2003; Arsić i sar. 2003; Radojković 2016; Martins 2017). Употреба биљних састојака у новим прехранбеним производима се повећава, као и одговарајућа потрошачка сазнања, а и сама прихватљивост таквих производа (Arsić i sar. 2003).

Велики је број биљних врста које садрже функционалне компоненте. Неке од њих су: биљне врста фамилија *Apiaceae* (Aćimović et al. 2015) и *Lamiaceae* (Carović-Stanko et al. 2016), зелени чај, соја, парадајз, ланено сјеме, броколи, цитрусно воће, брусница, аронија, грожђе и вино (Mišan 2009), хељда (Sakač i sar. 2015).

Сјеме биљака уљарица је међу првима било коришћено у исхрани као превентива и лијек за многе болести. Лан и сусам, на примјер, били су благотворни лијек против кашља и дисфункције јетре. Љековито сјеме уљарица је нови термин који се користи како би се описала активност компоненти које се налазе у самом јестивом уљу или као инкорпорирани активни састојци у фармацеутским производима. На тржишту се могу наћи и разне мјешавине природних уља која садрже неопходне нутритијенте (Lončarević 2013). Ланено сјеме представља један од примјера функционалне хране. Ланено уље из сјемена садржи омега-3 масне киселине које су од суштинске важности за развој мозга. Лигнани ланеног сјемена се под дејством цревне микрофлоре трансформишу у ентеродиол и ентеролактон, који су по структури слични естрогеним хормонима (Mišan 2009).

Зелени чај садржи фенолна једињења, од којих су најзаступљенији катехини, једињења која смањују ризик од настанка кардиоваскуларних и малигних обољења (Cabrera et al. 2006).

Соја представља биљну врсту која има превентивну и терапеутску улогу код развоја кардиоваскуларних болести, канцера и остеоопорозе. Дејства соје приписују се изофлавонима генистеину и даицеину (Mišan 2009).

Парадајз има висок садржај ликопена. Конзумирањем парадајза смањује се вјероватноћа од настанка канцера простате, канцера дојке, коже и вјероватно канцера плућа (Mišan 2009).

Броколи и друге биљке из фамилије купуса смањују ризик од настанка канцера, за шта су вјероватно заслужни гликозинолати (Verhoeven et al. 1996).

Цитрусно воће (наранџе, лимун) према неким истраживањима показује антиканцерогену активност која се приписује лимонину који се налази у сјемени наранџе и лимуна (Stanković i Stanojević 2014).

Брусница има знатно већи садржај фенолних компоненти од осталог воћа. Све је већи број испитивања способности фенолних компоненти бруснице да врше превенцију настанка канцера (Ferguson et al. 2006; Neto 2007).

Грожђе и вино садрже проантоцијанидине, одговорне за позитиван ефекат вина на здравље људи. Проантоцијанидини малих молекулских маса се задржавају у ткивима и плазми седам до десет дана и показују антиоксидативне особине (Mišan 2009).

Хељда се примарно узгаја због зрна, од кога се, након љуштења, мљевења и просијавања, производи брашно од хељде, кога одликује висок садржај антиоксиданаса, прије свега полифенола и токоферола. Висок садржај антиоксиданаса у зрну хељде, поред других функционалних компоненти,

представља основ за коришћење бијелог и интегралног хељдиног брашна као супституената пшеничног брашна у формулацијама пекарских, тјестеничарских и брашно-кондиторских производа, са циљем да се добију функционални производи са додатом вриједношћу или безглутенски функционални производи. Технолошки поступци производње наведених група производа и поједини начини припреме хране утичу на састав и садржај полифенола, па посљедично и на функционалност финалних производа (Sakač i sar. 2015).

Због свих позитивних карактеристика, као што су антидијабетска, хиполипидемијска, антиоксидативна, антимиљробна и антитуморска својства, плодови биљака *Ariaseae*, као и њихова етарска уља, имају употребу у свакодневной исхрани и као додаци у прехранбеним производима. Тако су на примјер, турски *Raki* и грчки *Ouzo* алкохолна пића на бази аниса који се користе као аперитиви. У Скандинавским земљама је веома популаран алкохолни напиток са укусом кима. Абсинт је свјетски познато алкохолно пиће које, између осталог љековитог биља, садржи морач и анис. Када се ради о ароматама хране, зачини се додају у колаче, месо и млијечне производе, киселе краставце и салате. Плодови ових биљних врста се користе у производима као што су хљеб, пецива и кекс, најчешће у виду биљних мјешавина које не утичу на сензорни квалитет производа, али обезбјеђују специфичну арому. Мјешавине ових биљака, као и њихови производи, показују антиоксидативну активност. Већина месних производа су признати као производи са додатком зачина. Тако мортадела кобасица садржи коријандер, док традиционална Петровачка кобасица садржи сјеме кима. У мљекарској индустрији, етарска уља кима и мирођије успјешно се користе као сигурни природни антимиљробни агенси у производњи сира и јогурта (Aćimović et al. 2015).

Биљне врсте фамилије *Lamiaceae* такође имају богату традицију употребе за арому, очување хране и медицинске сврхе, због њихове љековитости и превентивних својстава. Њихова вриједност лежи у производњи широког спектра секундарних метаболита са моћним антибактеријским, антиоксидативним, антиинфламаторним, антимиљробним, антивирусним и антитуморским својствима. Због поменутих особина ове биљне врсте се користе у прехранбеној индустрији не само као зачини, већ и као додаци прехранбеним производима у циљу рјешавања специфичних потреба потрошача, односно побољшања функционалних својстава прехранбених производа (Carović-Stanko et al. 2016; Arsić i sar. 2003).

Љековито биље може бити инкорпорисано у функционалним намирницама намијењеним бебама, малој дјечи, трудницама и старијим особама. Нутрацеутикали самијењени особама изложеним стресу садрже љековито биље, богато биомолекулима са антиоксидативним својствима. Функционална храна намијењена гојазним особама, особама обољелим од шећерне болести и особама изложеним повећаној физичкој активности у свом саставу има љековито биље које помаже регулацију метаболичких процеса у организму. Љековито биље се, такође, може користити и као додаток храни намијењеној обољелима

од различитих врста болести (Arsić i sar. 2003; Aćimović et al. 2015; Radojković 2016).

Позната је могућност примјене љековитог биља у производима пекарске индустрије. Све израженији тренд употребе љековитог биља у правцу здравије исхране и жеља да хљеб као основна животна намирница која се свакодневно користи у исхрани људи постане још здравија, створили су идеју коју су реализовали сарадници Института за проучавање љековитог биља "Др Јосиф Панчић" и Завода за технологију жита и брашна, Технолошког факултета Нови Сад, као представници науке и пекаре "Кикинда", као представника прехранбене индустрије. Узимајући у обзир сложен хемијски састав и биолошка својства љековитог и ароматичног биља као и чињеницу да савремену исхрану често одликује дефицит појединих састојака хране, настале су специјалне врсте хљеба и пецива. Произведени су хљеб и пецива са додатком специјалних биљних мјешавина и екстраката љековитог биља са декларисаним, специфичним карактеристикама са аспекта органолептичких својстава и аспекта биолошке вриједности. Дефинисане су рецептуре три врсте биљних мјешавина за производњу обогаченог хљеба и рецептуре три врсте мјешовитих биљних екстраката за производњу пецива. Повећану здравствену вриједност дају активни састојци употребљених биљних сировина. Употребом љековитог и ароматичног биља (плод морача, кима и коријандера, корен ангелике и сладића, лист рузмарина, коприве и босиљка, херба тимотијана и мајорана) у производњи специјалних врста пекарских производа створене су три врсте хљеба и три врсте пецива: хљеб и пециво Пробавит и Пробавит плус за отклањање поремећаја у варењу, хљеб и пециво Дијабет и Дијабет плус намијењен дијабетичарима и хљеб и пециво Анемит и Анемит плус за превенцију и лијечење нутритивне анемије (Arsić i sar. 2003).

17.4. Закључак

Биљке производе палету различитих секундарних метаболита од којих многи посједују биолошке активности. Многе биљне врсте, како љековите, тако и зачинске, имају разноврсну примјену како у медицини и фармацији тако и у разним гранама прехранбене индустрије (пекарска, индустрија алкохолних и безалкохолних пића, кондиторска) као и у домаћинству. Резултати свеобухватних научних истраживања су допринијели афирмацији употребе љековитог и зачинског биља у исхрани. Примјена биљних сировина, биоактивних биљних изолата као и појединих активних материја из биљних сировина је велика у прехранбеној индустрији као зачина, коригенаса мириса и укуса, конзерванаса, фитонутритијената, бактерицида, бактериостатика, антиоксиданаса, нутрицеутикала, емулгатора и згушњивача хране, у производњи алкохолних и безалкохолних пића, у технолошким поступцима прераде млијека и меса, као и у посластичарској и пекарској индустрији. Све више је циљ науке развој прехранбених производа који позитивно утичу на здравље, дају могућност

превенције и истовремено смањују ризик од појаве болести. Примјена биоактивних производа биљног поријекла представља нови тренд у прехранбеној индустрији, који је створио широк технолошки потенцијал за развој нових технолошких процеса и производа различите намјене.

Литература

- Aćimović MG, Kostadinović LjM, Popović SJ and Dojčinović NS (2015) *Apiaceae* seeds as functional food. *Journal of Agricultural Sciences* 60(3): 237-246
- Al-Jaber NA, Awaad AS and Moses JE (2011) Review on some antioxidant plants growing in Arab world. *Journal of Saudi Chemical Society* 15(4): 293-307
- Angioni A, Barra A, Cereti E, Barile D, Coisson DJ, Arlorio M, Dessi S, Coroneo V and Cabras P (2004) Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 52: 3530-3535
- Armentano I, Dottori M, Fortunati E, Mattioli S and Kenny JM (2010) Biodegradable polymer matrix nanocomposites for tissue engineering: a review. *Polymer Degradation and Stability* 95: 2126-2146
- Arsić I, Đorđević S, Ristić M i Runjajić-Antić D (2003) Lekovito bilje u proizvodnji funkcionalne hrane. *Lekovite sirovine* 23(23): 15-22
- Bakkali F, Averbeck S, Averbeck D and Idaomar M (2008) Biological effects of essential oils-a review. *Food and Chemical Toxicology* 46: 446-475
- Bart HJ (2011) Extraction of Natural Products from Plants – An Introduction In: Bart H-J, Pilz S (Eds) *Industrial scale natural products extraction*. Wiley-VCH Verlag & Co. KGaA, Weinheim, Germany, pp 1-24
- Bertucco A and Franceschin G (2008) Supercritical fluid extraction of medicinal and aromatic plants: Fundamentals and applications. In: Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD (Eds) *Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants*. United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, pp 169-180
- Bhattacharya R and Mukherjee P (2008) Biological properties of “naked” metal nanoparticles. *Advanced Drug Delivery Reviews* 60: 1289-1306
- Božin B, Mimica-Dukić N, Samojlik I and Jovin E (2007) Antimicrobial and antioxidant properties of Rosemary and Sage essential oils. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 55: 7879-7885
- Braga PC, Dal Sasso M, Culici M, Bianchi T, Bordoni L and Marabini L (2006) Anti-inflammatory activity of thymol: inhibitory effect on the release of human neutrophil elastase. *Pharmacology* 77(3): 130-136
- Briemann HL, Setzer WN, Kaufman PB, Kirakosyan A and Cseke LJ (2006) Phytochemicals: The Chemical Components of Plants. In: Cseke LJ, Kirakosyan A, Kaufman PB, Warber SL, Duke JA, Briemann HL. (Eds) *Natural Products from Plants (Second Edition)*. CRC Press, Taylor & Francis Group, Boca Raton, pp. 1-49

- Britton G, Liaaen-Jensen S and Pfander H (2004) Section I: Introduction and guidelines on the use of the Handbook. In: Britton G, Liaaen-Jensen S, Hanspeter P (Eds) Carotenoids handbook. Birkhäuser Verlag, Basel, Switzerland, pp 5-33
- Burt SA (2007) Antibacterial activity of essential oils: potential applications in food. Ph.D. thesis, Institute for Risk Assessment Sciences, Division of Veterinary Public Health Utrecht University
- Burt SA (2004) Essential oils - their antimicrobial properties and potential application in foods – a review. International Journal of Food Microbiology 94: 223-253
- Cabrera C, Artacho R and Giménez R (2006) Beneficial effects of green tea - a review. Journal of the American College of Nutrition 25(2): 79- 99
- Cakić M, Glišić S, Cvetković D, Cvetinović M, Stanojević Lj, Danilović B and Cakić K (2018) Green Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity of Silver Nanoparticles Produced from *Fumaria officinalis* L. Plant Extract. Colloid Journal 80(6): 803-813
- Čanadanović-Brunet JM (1998) Kiseonikovi slobodni radikali i prirodni antioksidanti. Zadužbina Andrejević, Beograd, p. 36.
- Capasso F, Gaginella TS, Grandolini G i Izzo AA (2005) Fitoterapija – Priručnik biljne medicine. Prometej, Novi Sad
- Carović-Stanko K, Petek M, Pintar MG, Bedeković J, Ćustić DMH and Šatović Z (2016) Medicinal Plants of the Family *Lamiaceae* as Functional Foods—a Review. Czech journal of food sciences 34(5): 377-390
- Caswell KK, Bender CM and Murphy CJ (2003) Seedless, surfactantless wet chemical synthesis of silver nanowires. Nano Letters 3: 667-669
- Celiktas OY, Kocabas EH, Bedir E, Sukan FV, Ozek T and Baser KHC (2007) Antimicrobial activities of methanol extracts and essential oils of *Rosmarinus officinalis*, depending on location and seasonal variations. Food Chemistry 100(2): 553-559
- Cetinus E, Kilinc M, Inanc F, Kurutas BE and Buzkan N (2005) The Role of *Urtica Dioica* (*Urticaceae*) in the prevention of oxidative stress caused by tourniquet application in rats. The Tohoku journal of experimental medicine 205: 201-221
- Chaki NK, Sharma J, Mandle AB, Mulla IS, Pasricha R and Vijayamohan K (2004) Size dependent redox behavior of monolayer protected silver nanoparticles (2–7 nm) in aqueous medium. Physical Chemistry Chemical Physics 6: 1304-1309
- Chauhan SS, Prakash O, Padalia RC, Vivekanand PAK and Mathela CS (2011) Chemical diversity in *Mentha spicata*: antioxidant and potato sprout inhibition activity of its essential oils. Natural Product Communications 6(9): 1373-1378
- Chen DH and Huang YW (2002) Spontaneous formation of Ag nanoparticles in dimethylacetamide solution of poly(ethylene glycol). Journal of Colloid Interface Science 255: 299-302
- Cowan M (1999) Plant products as antimicrobial agents. Clinical microbiology reviews 12: 564-582
- Cvetković D, Stanojević Lj, Zvezdanović J, Savić S, Ilić D and Karabegović I (2018) Aronia leaves at the end of harvest season — Promising source of phenolic compounds, macro-and microelements. Scientia Horticulturae 23: 17-25

- Cvetković DJ, Stanojević LjP, Stanković MZ, Cakić MD, Savić SR and Miljković MD (2017) Antioxidant activity of strawberry (*Fragaria × ananassa* Duch.) leaves. Separation Science and Technology 52(6): 1039-1051
- D'Amelia V, Aversano R, Chiaiese P and Carputo D (2018) The antioxidant properties of plant flavonoids: their exploitation by molecular plant breeding. Phytochemistry Reviews 1-15
- Denčić M (2012) Kinetika ekstrakcije, antioksidativna i antimikrobna aktivnost metanolnih ekstrakata koprive (*Urtica dioica* L). Diplomski rad, Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet u Leskovcu
- Devrnja NM (2017) *In vitro* propagacija i biološka aktivnost etarskog ulja i metanolnih ekstrakata povratiča (*Tanacetum vulgare* L). Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Biološki fakultet, Beograd
- Dhifi W, Bellili S, Jazi S, Bahloul N and Mnif W (2016) Essential oils' chemical characterization and investigation of some biological activities: a critical review. Medicines 3(4): 25-26
- Đorđević SM i Veličković DT (2018) Lekovite biljke (Od sakupljanja i gajenja, tehnologija prerade do biljnih proizvoda). Monografija, Beograd
- Dulger B and Gonuz A (2004) Antimicrobial activity of certain plants used in Turkish traditional medicine. Asian Journal of Plant Sciences 3(1): 104-107
- El-Hadad NNM, Youssef MM, Abd El-Aal MH and Abou-Gharbia HH (2011) Utilisation of red palm olein in formulating functional chocolate spread. Food Chemistry 124(1): 285-290
- Faure C, Derre A and Neri W (2003) Spontaneous formation of silver nanoparticles in multilamellar vesicles. The Journal of Physical Chemistry B 107: 4738-4746
- Ferhat MA., Meklati BYo, Franco V, Vian M and Chemat F (2008) Solvent free microwave extraction of essential oils Green chemistry in the teaching laboratory. Chimica oggi 26(2):48-50
- Ferguson PJ, Kurowska EM, Freeman DJ, Chambers AF and Koropatnick J (2006) *In vivo* inhibition of growth of human tumor lines by flavonoid fractions from cranberry extract. Nutrition and Cancer 56(1): 86-94
- Gachkar L, Yadegari D, Reyaei MB, Taghiyadeh M, Astaneh SA and Rasooli I (2007) Chemical and biological characteristics of *Cuminum cyminum* and *Rosmarinus officinalis* essential oils. Food Chemistry 102: 898-904
- Grlić Lj (1986) Enciklopedija samoniklog jestivog bilja. August Cesarec, Zagreb
- Gutierrez J, Barry-Ryan C and Bourke P (2008) The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. International Journal of Food Microbiology 124: 91-97
- Haila K (1999) Effects of carotenoids and carotenoid-tocopherol interaction on lipid oxidation *in vitro*. Academic dissertation, University of Helsinki, Department of Applied Chemistry and Microbiology
- Halliwell B (1996) Antioxidants in human health and disease. Annual Review of Nutrition 16: 33-50
- Handa SS (2008) An overview of extraction techniques for medicinal and aromatic plants. In: Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD (Eds) Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants. United Nations Industrial

- Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, pp. 21-52
- Holley RA and Patel D (2005) Improvement in shelf-life and safety of perishable foods by plant essential oils and smoke antimicrobials. *Food Microbiology* 22: 273-292
- Huang J, Li Q, Sun D, Lu Y, Su Y, Yang X, Wang H, Wang Y, Shao W, He N, Hong J and Chen C (2007) Biosynthesis of silver and gold nanoparticles by novel sundried *Cinnamomum camphora* leaf. *Nanotechnology* 18: 1-12
- Ito N, Hirose M, Fukushima H, Tsuda T, Shirai T and Tatenatsu M (1986) Studies on antioxidants: Their carcinogenic and modifying effects on chemical carcinogens. *Food and Chemical Toxicology* 24: 1071-1092
- Jain P and Pradeep T (2005) Potential of silver nanoparticle-coated polyurethane foam as an antibacterial water filter. *Biotechnology and Bioengineering* 90(1): 59-63
- Janićijević HS, Kenić J i Arsić-Komljenović G (2008) Antioksidantni potencijal biljke matočina (*Mellitis Melisophyllum*). *Praxis Medica* 36(3-4): 083-087
- Jiang ZJ, Liu CY and Sun LW (2005) Catalytic properties of silver nanoparticles supported on silica spheres. *Journal of Physical Chemistry B* 109(5): 1730-1735
- Johans C, Clohessy J, Fantini S, Kontturi K and Cunnane VJ (2004) Electrosynthesis of polyphenylpyrrole coated silver particles at a liquid-liquid interface. *Electrochemistry Communications* 4: 227-230
- Kalaba V, Glušac J, Stijepić M, Kalaba D and Đurđević Milošević D (2015) Antimicrobial activity of *Hypericum perforatum* essential oil. *Quality of Life* 6(3-4): 45-52
- Kalaba V and Kalaba D (2014) Comparative effects of essential oils on growth of *Escherichia coli*. *Carpathian Journal of Science & Technology* 6(2): 5-8
- Kalaba V, Marjanović-Balaban Ž, Stijepić M, Glušac J and Kalaba D (2014) Antimicrobial activity of selected essential oils against of *Staphylococcus aureus* compared with antimicrobial drugs. II International Congress Food Technology Quality and Safety, Novi Sad. Proceedings: 434-439
- Kim J and der Bruggen BV (2010) The use of nanoparticles in polymeric and ceramic membrane structures: Review of manufacturing procedures and performance improvement for water treatment. *Environmental Pollution* 158(7): 2335-2349
- Kišgeci J, Jelačić S i Beatović D (2009) Lekovito, aromatično i začinsko bilje. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, Beograd
- Kotironta A, Lounatmaa K and Haapasola M (2000) Epidemiology and pathogenesis of *Bacillus cereus* infections. *Microbes and Infection* 2: 189-198
- Kris-Etherton PM, Lefevre MGR, Beecher MD, Keen GCL and Etherton TD (2004) Bioactive compounds in nutrition and health-research methodologies for establishing biological function: the antioxidant and anti-inflammatory effects of flavonoids on atherosclerosis. *Annual Review of Nutrition* 24: 511-538
- Kris-Etherton PM, Hecker KD, Bonanome ASM, Coval AE, Binkoski KF, Hilpert AEG and Etherton TD (2002) Bioactive compounds in foods: their role in the prevention of cardiovascular disease and cancer. *The American Journal of Medicine* 113 (Suppl 9B): 71S-88S
- Kuete V (2010) Potential of Cameroonian plants and derived products against microbial infections: A review. *Planta Medica* 76: 1479-1491

- Kukrić Z, Jašić M. i Samelak I (2013) Biohemija hrane: biološki aktivne komponente. Tehnološki fakultet Univerziteta u Banjoj Luci, Banja Luka-Tuzla
- Kumar V, Yadav SC and Yadav SK (2010) *Syzygium cumini* leaf and seed extract mediated biosynthesis of silver nanoparticles and their characterization. Journal of Chemical Technology and Biotechnology 1-9
- Lima RD, Seabra AB and Durán N (2012) Silver nanoparticles: a brief review of cytotoxicity and genotoxicity of chemically and biogenically synthesized nanoparticles. Journal of Applied Toxicology 32: 867-879
- Lok CN, Ho CM, Chen R, He QY, Yu WY, Sun H, Tam PKH, Chiu JF and Che CM (2006) Proteomic analysis of the mode of antibacterial action of silver nanoparticles. Journal of Proteome Research 5: 916-924
- Lončarević I (2013) Uticaj lecitina različitog porekla na kristalizaciona svojstva masne faze i kvalitet mazivog krem proizvoda sa dodatkom funkcionalnih biljnih ulja. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad
- Lopes-Lutz D, Alviano DS, Alviano CS and Kolodziejczyk PP (2008) Screening of chemical composition, antimicrobial and antioxidant activities of *Artemisia* essential oils. Phytochemistry 69(8): 1732-1738
- Maestri DM, Nepote V, Lamarque AL and Zygodlo JA (2006) Natural products as antioxidants. Phytochemistry: Advances in Research 105-135
- Marghitas L, Dezmirean D, Chirila F, Fit N and Bobis O (2011) Antibacterial activity of different plant extracts and phenolic phytochemicals tested on *paenibacillus larvae* bacteria. Animal science and biotechnologies 44(2): 94-99
- Marjanović-Balaban Ž, Stanojević Lj, Kalaba V, Stanojević J, Cvetković D, Cakić M and Gojković V (2018) Chemical composition and antibacterial activity of the essential oil of *Menthae piperitae* L. Quality of Life 9 (1-2): 5-12
- Martins IJ (2017) Functional Foods and Active molecules with relevance to Health and Chronic disease. Functional Foods in Health and Disease 7(10): 849-852
- Martirosyan DM and Singh J (2015) A new definition of functional food by FFC: what makes a new definition unique? Functional Foods in Health and Disease 5(6): 209-223
- McFarland AD and Duyne RPV (2003) Single silver nanoparticles as real-time optical sensors with zeptomole sensitivity. Nanoletters 3: 1057-1062
- Mendonça-Filho RR (2006) Bioactive Phytocompounds: New Approaches in the Phytosciences. In: Ahmad I, Aqil F, Owais M (Eds) Modern Phytomedicine: Turning Medicinal Plants into Drugs. WILEY-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim, pp. 1-24
- Menghani E, Dwivedi SC, Dubey R, Tyagi R, Masand M and Advani U (2011) Medicinal Bioactives as Antimicrobial Agents: An Overview. International journal of pharmaceutical research and development 3(7): 24-30
- Miguel G, Cruz C, Faleiro ML, Simões MT, Figueiredo AC, Barroso JG and Pedro LG (2011) *Salvia officinalis* L. essential oils: effect of hydrodistillation time on the chemical composition, antioxidant and antimicrobial activities. Natural Product Research 25(5): 526-541
- Miletić I, Šobajić S i Đorđević B (2008) Funkcionalna hrana – uloga u unapređenju zdravlja. Journal of Medical Biochemistry 27: 367-370

- Milić PS, Stanojević LjP, Rajković KM, Milić SM, Nikolić VD, Nikolić LjB and Veljković VB (2013) Antioxidant activity of *Galium mollugo* L. extracts obtained by different recovery techniques. *Hemijska Industrija* 67(1): 89-94
- Milić LjB, Đilas SM, Čanadanović-Brunet J i Sakač MB (2000) Biljni polifenoli, Novi Sad
- Mimica-Dukić N (2003) Aromatic plants as dietary supplements in human health. *La Phytotherapie Europeenne* 14: 13-18
- Mišan A, Arsić I, Đorđević S, Tadić V i Posodorov Đ (2013) Funkcionalna hrana i lekovito bilje. Naučni institut za prehrambene tehnologije, Novi Sad, Srbija
- Mišan A (2009) Antioksidativna svojstva lekovitog bilja, Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Prirodno-matematički fakultet, Departman za hemiju, Novi Sad
- Mohamed SHS, Zaky WM, Kassem JM, Abbas HM, Salem MME and Said-Al Ahl HAH (2013) Impact of antimicrobial properties of some essential oils on cheese yoghurt quality. *World Applied Sciences Journal* 27(4): 497-507
- Monteiro DR, Gorup LF, Takamiya AS, Ruvollo-Filho AC, Camargo ER and Barbos DB (2009) The growing importance of materials that prevent microbial adhesion: Antimicrobial effect of medical devices containing silver. *International Journal of Antimicrobial Agents*. 34: 103-110
- Neihaya Z and Rasha S (2015) Antibacterial effect of ginger and black pepper extracts (alone and in combination) with sesame oil on some pathogenic bacteria. *World journal of pharmacy and pharmaceutical sciences* 4: 774-784
- Neto CC (2007) Cranberry and blueberry: evidence for protective effects against cancer and vascular diseases. *Molecular Nutrition & Food Research* 51(6): 652-664
- Nikolić NČ (2011) Tehnologija voća i povrća. Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac
- Nostro A, Germano MP, D'Angelo V, Marino A and Cannatelli MA (2000) Extraction methods and bioautography for evaluation of medicinal plant antimicrobial activity. *Letters in Applied microbiology* 30: 379-384
- Oh YS and Jun HS (2014) Role of bioactive food components in diabetes prevention: effects on beta-cell function and preservatio. *Nutrition and Metabolic Insights* 7(7): 51-59
- Panáček A, Kolář M, Večeřová R, Pucek R, Soukupová J, Kryštof V, Hamal P, Zbořil R and Kvítek L (2009) Antifungal activity of silver nanoparticles against *Candida spp.* *Biomaterials* 30: 6333-6340
- Pandey M, Verma RK and Saraf SA (2010) Nutraceuticals: new era of medicine and health. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Resaarch* 3(1): 11-15
- Pavlović R, Mladenović J, Radovanović B, Aćamović-Đoković G, Zdravković J. i Zdravković M (2011) Antimikrobna aktivnost etanolnih ekstrakata paradajza i paprike. *Zbornik radova Tehnološkog fakulteta u Leskovcu* 20: 154-159
- Perrut M (2000) Supercritical fluid applications: Industrial developments and economic issues. *Industrial & Engineering Chemistry Research* 39(12): 4531-4535
- Peter KV and Shylaja MR (2012) Introduction to herbs and spices: definitions, trade and applications. In: Peter KV (Ed) *Handbook of herbs and spices, Vol 1, Second edition*, Woodhead Publishing Limited, pp. 1-24

- Petrová J, Terentjeva M, Puchalski C, Hutková J, Kántor A, Mellen M, Čuboň J, Haščík P, Kluz M, Kordiaka R, Kunová S and Kačániová M (2015) Application of lavender and rosemary essential oils improvement of the microbiological quality of chicken quarters. *Potravinarstvo Slovak Journal of Food Sciences* 9(1): 530-537
- Ponce AG, Roura SI, Del Valle CE and Moreira MR (2008) Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: *In vitro* and *in vivo* studies. *Postharvest Biology and Technology* 49: 294-300
- Pratt DE and Hudson BJB (1990) Natural Antioxidants Not Exploited Commercially. In: Hudson BJB (Ed) *Food Antioxidants*, Elsevier Applied Science, New York, pp. 171-179
- Radojković M, Mašković P, Đurović S, Filipović V, Filipović J, Vujanović M i Nićetin M (2017) Tehnološki potencijal lekovitog bilja Balkana. Savetovanje o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem. Čačak, 10-11. mart 2017. godine, Zbornik radova 25 (22): 479-485
- Radojković M (2016) Mogućnost primene biljnih ekstrakata u formulaciji funkcionalne hrane. XXI Savetovanje o biotehnologiji, Čačak, 11-12.03.2016. Zbornik radova 24 (21): 611-617
- Rajat S, Manisha S, Robin S and Sunil K (2012) Nutraceuticals: A review. *International Research Journal of Pharmacy* 3(4): 95-99
- Rice-Evans C (2001) Flavonoid antioxidants. *Current Medicinal Chemistry* 8(7): 797-807
- Runjaić-Antić D, Đorđević S, Arsić I i Ristić M (2003) Primena lekovitog bilja u proizvodima pekarske industrije. Probiotici, prebiotici, vitamini, drugi dodaci hrani i njihov zdravstveni značaj. Zlatibor, 26.02-01.03.2003. Zbornik radova, Ishrana i zdravlje, 55-59
- Sacchetti G, Maietti S, Muzzoli M, Scaglianti M, Manfredini S, Radice M and Bruni R (2005) Comparative evaluation of 11 essential oils of different origin as functional antioxidants, antiradicals and antimicrobials in foods. *Food chemistry* 91: 621-632
- Saha S, Pal A, Kundu S, Basu S and Pal T (2010) Photochemical green synthesis of calcium-alginate-stabilized Ag and Au nanoparticles and their catalytic application to 4-nitrophenol reduction. *Langmuir* 26: 2885-2893
- Sakač MB, Sedej IJ, Mandić AI i Mišan AČ (2015) Antioksidativna svojstva brašna od heljde – Doprinos funkcionalnosti pekarskih, testeničarskih i brašneno-konditorskih proizvoda. *Hemijska industrija* 69(5): 469-483
- Sandasi M, Leonard CM and Viljoen AM (2008) The effect of five common essential oil components on *Listeria monocytogenes* biofilms. *Food Control* 19: 1070-1431
- Sarikurkcuc C (2011) Antioxidant activities of solvent extracts from endemic *Cyclamen mirabile* Hildebr. tubers and leaves. *African Journal of Biotechnology* 10(5): 831-839
- Sati SC, Sati N, Rawat U and Sati OP (2010) Medicinal plants as a source of antioxidants. *Research Journal of Phytochemistry* 4(4): 213-224
- Savić VLj, Nikolić VD, Arsić IA, Stanojević LjP, Najman SJ, Stojanović S and Mladenović-Ranisavljević II (2015) Comparative study of the biological activity of allantoin and aqueous extract of the comfrey root, *phytotherapy research* 29: 1117-1122

- Shahidi F and Naczk M (1994) Food Phenolics: Sources, chemistry, effects and applications. CRC Press, Boca Raton, Florida, pp. 9, 53, 75, 109
- Sharma S, Sanpui P, Chattopadhyay A and Ghosh SS (2012) Fabrication of antibacterial silver nanoparticle—sodium alginate—chitosan composite films. RSC Advances 2: 5837-5843
- Sharma VK, Yngard RA and Lin Y (2009) Silver nanoparticles: green synthesis and their antimicrobial activities. Advances in Colloid and Interface Science 145: 83-96
- Singh S, Kapoor IPS, Singh G, Schuff C, De Lampasona MP and Catalan CA (2013) Chemistry, antioxidant and antimicrobial potentials of white pepper (*Piper nigrum* L.) essential oil and oleoresins. Proceedings of the National Academy of Sciences, India Section B: Biological Sciences 83(3): 357-366
- Skala D, Žižović I i Gavrančić S (2002) Primena natkritične ekstrakcije u prehrambenoj industriji. Hemijska Industrija 56(5): 179-190
- Skala D, Žižović I i Petrović S (1999) Etarska ulja – destilacija, ekstrakcija, izbor tehnologije i kvalitet. Hemijska Industrija 53: 123-139
- Slawson RM, Van Dyke MI, Lee H and Trevors JT (1992) Germanium and silver resistance, accumulation, and toxicity in microorganisms. Plasmid 27: 72-79
- Soković M, Glamočlija J, Marin PD, Brkić D and van Griensven LJLD (2010) Antibacterial effects of the essential oils of commonly consumed medicinal herbs using an *in vitro* model. Molecules 15: 7532-7546
- Sovilj M i Spasojević M (2001) Proizvodnja i primena etarskih ulja iz domaćeg lekovitog bilja. Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi / PTEP 5(1-2): 34-38
- Šavikin K, Zdunić G, Menković N, Živković J, Čujić N, Terščenko M and Bigović D (2013) Ethnobotanical study on traditional use of medicinal plants in South-Western Serbia, Zlatibor District. Journal of Ethnopharmacology 146: 803-810
- Štajner D, Popović BM, Kapor A, Boža P and Štajner M (2010) Antioxidant and scavenging capacity of *Anacamptis pyramidalis* L. – Pyramidal Orchid from Vojvodina. Phytotherapy Research 24: 759-763
- Stanković MZ (2002) Bioaktivni proizvodi prirodnog porekla. Zbornik radova Tehnološkog fakulteta, Leskovac 12: 33-51
- Stanković M i Stanojević LJ (2014) Tehnologija lekovitog i začinskog bilja. Univerzitet u Nišu, Tehnološki fakultet, Leskovac
- Stanković MZ, Cakić MD, Cvetković DM and Veljković VB (1994a) Kinetics of extraction of resinoids from overground parts of sweet clover (*Melilotus officinalis* L.). Journal of Serbian Chemical Society 59 (10): 735-741
- Stanković MZ, Veljković VB. i Lazić ML (1994b) Bioaktivni proizvodi iz ploda kleke (*Juniperus communis* L.). Monografija, Tehnološki fakultet, Leskovac
- Stanojević Lj, Stanojević J, Zvezdanović J, Cvetković D and Lazarević A (2018) Isolation, identification and antioxidant activity of piperine from black pepper (*Piper nigrum* L.). Serbian Society for Mitochondrial and Free Radical Physiology, Fourth Congress, September 28-30.2018. Belgrade, Serbia Book of abstracts, P14, p.60
- Stanojević LJP, Stanojević J, Cvetković D, Zvezdanović J, Savić V and Nikolic V (2018a) Comparative analysis of chemical composition and antioxidant activity of

-
- isolated and commercial essential oil from rosemary (*Rosmarinus officinalis* L.). 25th Congress of Chemists and Technologists of Macedonia, 19.-22. Sept. 2018. Ohrid, Macedonia, Book of abstracts, *BFT P-3*, p.205
- Stanojević Lj, Marjanović-Balaban Ž, Kalaba V, Stanojević J, Cvetković D and Cakić M (2017) Chemical Composition, Antioxidant and Antimicrobial Activity of Basil (*Ocimum basilicum* L.) Essential Oil. *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 20(6): 1557-1569
- Stanojević LjP, Stanković MZ, Cvetković DJ, Cakić MD, Ilić DP, Nikolić VD and Stanojević JS (2016) The effect of extraction techniques on yield, extraction kinetics, and antioxidant activity of aqueous-methanolic extracts from nettle (*Urtica dioica* L.) leaves. *Separation Science and Technology* 51(11): 1817-1829
- Stanojević LjP, Marjanović-Balaban ŽR, Kalaba VD, Stanojević JS and Cvetković DJ (2016a) Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of chamomile flowers essential oil (*Matricaria chamomilla* L.). *Journal of Essential Oil Bearing Plants* 19(8): 2017-2028
- Stanojević LjP, Stanković MZ and Juma A (2016b) Antioxidant activity of aqueous extracts from dill fruit (*Anethi fructus*) obtained by different extraction techniques. *Advanced technologies* 5(2): 46-52
- Stanojević LjP, Stanković MZ, Stanojević JS, Cvetković DJ, Cakić MD, Ilić DP and Nikolić VD (2016c) The effect of the extraction techniques on the yield, kinetics and total phenolic and flavonoids content of aqueous-methanolic extracts from nettle root (*Urtica dioica* L.). *Technologica acta (Journal of Science-professional from Chemistry and Technology)* 9(1): 39-47
- Stanojević LjP, Stanković MZ, Cvetković DJ, Danilović BR and Stanojević JS (2016d) Dill (*Anethum graveolens* L.) seeds essential oil as a potential natural antioxidant and antimicrobial agent. *Biologica Nyssana* 7(1): 31-39
- Stanojević LjP, Stanojević JS, Cvetković DJ and Ilić DP (2016e) Antioxidant activity of oregano essential oil (*Origanum vulgare* L.). *Biologica Nyssana* 7(2): 131-139
- Stanojević Lj, Stanojević J, Danilović B and Cvetković D (2016f) Antimicrobial activity of the cumin essential oil (*Cuminum cyminum* L.). 13th Congress of nutrition (food and nutrition-A Roadmap to Better Health). Belgrade, Serbia, 26th-28th October, 2016. Book of abstracts, p. 173
- Stanojević J, Stanojević Lj, Cvetković D and Danilović B (2015) Chemical composition, antioxidant and antimicrobial activity of the turmeric essential oil (*Curcuma longa* L.). *Advanced technologies* 4(2): 19-25
- Stanojević LjP, Radulović NS, Djokić TM, Stanković BM, Ilić DP, Cakić MD and Nikolić VD (2015a) The yield, composition and hydrodistillation kinetics of the essential oil of dill seeds (*Anethi fructus*) obtained by different hydrodistillation techniques. *Industrial crops and products* 65: 429-436
- Stanojević LjP, Stanojević JS, Cvetković DJ, Cakić MD and Ilić DP (2015b) Antioksidativna aktivnost etanolnog ekstrakta lista gajene jagode (*Fragariae folium*). *Hemijska Industrija* 69 (5): 567-576
- Stanojević Lj, Stanojević J and Cvetković D (2015c) Antioxidant activity of hesperidin isolated from orange peel. Third Congress: Redox medicine, Reactive Species
-

- Signaling, Analytical Methods, Phytopharmacy, Molecular Mechanisms of Disease, September 25-26, Belgrade, Serbia, Book of abstracts, p. 52
- Stanojević Lj, Stanković B, Cakić M, Nikolić V, Ilić D i Perić M (2014) Uticaj tehnike ekstrakcije na prinos, kinetiku i sastav vodenih ekstrakata iz ploda mirođije (*Anethii fructus*). Savremene tehnologije 3(1): 23-29
- Stanojević Lj. P, Zdravković A. S, Stanković M. Z, Cakić M. D, Nikolić V. D. i Ilić DP (2013) Antioksidativna aktivnost vodeno-etanolnih ekstrakata iz lista koprive (*Urtica dioica* L). Savremene tehnologije 2(1): 51-59
- Stanojević Lj, Stanković M, Cakić M, Nikolić V, Nikolić Lj, Ilić D and Radulović N (2011) The effect of hydrodistillation techniques on yield, kinetics, composition and antimicrobial activity of essential oils from flowers of *Lavandula officinalis* L. Hemijska Industrija 65(4): 455–463
- Stanojević Lj, Stanković M, Nikolić V, Nikolić Lj, Ristić D, Čanadanovic-Brunet J and Tumbas V (2009) Antioxidant activity and total phenolic and flavonoid contents of *Hieracium pilosella* L. extracts. Sensors 9(7): 5702-5714
- Stanojević Lj, Nikolić D, Stanković M i Cakić M (2009a) *Hieracium pilosella* L. kao potencijalni prirodni antioksidativni i antiinflamatorni agensi. Tehnološki fakultet Leskovac, Leskovac 23- 24.10.2009. Zbornik izvoda radova, BPT/7:45
- Stanojević LjP, Stanković MZ, Nikolić VD and Nikolić LjB (2008) Antioxidative and antimicrobial activities of *Hieracium pilosella* L. Extracts. Journal of the Serbian Chemical Society 73(5): 531-540
- Stanojević Lj, Stanković M, Nikolić L, Nikolić Lj and Nikolić V (2007) The influence of the operation conditions and the extraction techniques on the yield, kinetics and the composition of ethanol extracts of *Hieracium pilosella* L. Chemical Industry and Chemical Engineering Quarterly/CICEQ 13(4): 199-204
- Stojčevski K (2011) Priručnik za gajenje lekovitog i aromatičnog bilja. Udruženje za lekovito bilje „Dr Jovan Tucakov“. Film Public Art, Soko Banja
- Tajkarimi MM, Ibrahim SA and Cliver DO (2010) Antimicrobial herb and spice compounds in food. Food control 21: 1199-1218
- Tandon S (2008) Distillation technology for essential oils. In: Handa SS, Khanuja SPS, Longo G, Rakesh DD (Eds) Extraction Technologies for Medicinal and Aromatic Plants, United Nations Industrial Development Organization and the International Centre for Science and High Technology, pp. 115-127
- Tepić A (2009) Karakteristike oleorizina mlevene začinske paprike dobijenog klasičnom i ekstrakcijom superkritičnim ugljen-dioksidom. Doktorska disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Tehnološki fakultet, Novi Sad
- Terenina MB, Misharina TA, Krikunova NI, Alinkina ES, Fatkulina LD and Vorobeva AK (2011) Oregano essential oil as an inhibitor of higher fatty acid oxidation. Prikladna biokhimiia i mikrobiologija 47(4): 490-494
- Tiwari AK (2004) Antioxidants: new-generation therapeutic base for treatment of polygenic disorders. Current Science 86: 1092-1102
- Tiwari AK (2001) Imbalance in antioxidant defence and human disease: multiple approach of natural antioxidants therapy. Current Science 81: 1179-1187
- Tumbas VT (2010) Antiradikalna i antiproliferativna aktivnost ekstrakata odabranih biljaka iz familija *Rosaceae* i *Ericaceae*. Doktorska disertacija, Novi Sad

- Vegara S, Funes L, Martí N, Saura D, Micol V and Valer M (2011) Bactericidal activities against pathogenic bacteria by selected constituents of plant extracts in carrot broth. *Food Chemistry* 128: 872-877
- Verhoeven DTH, Goldbohm RA, van Poppel G, Verhagen H and van den Brandt PA (1996) Epidemiological studies on brassica vegetables and cancer risk. *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention* 5(9): 733-748
- Vesković S, Đukić D (2017) Sanitarna mikrobiologija, Čačak
- Vijayaraghavan K and Nalini SPK (2010) Biotemplates in the green synthesis of silver nanoparticles. *Biotechnology Journal* 5: 1098-1110
- Vilchis-Nestor AR, Sanchez-Mendieta V, Camacho-Lopez MA, Gomez-Espinosa RM, Camacho-Lopez MA and Arenas Alatorre JA (2008) Solventless synthesis and optical properties of Au and Ag nanoparticles using *Camellia sinensis* extract. *Materials Letter* 62(17): 3103-3105
- Vinatoru M (2001) An overview of the ultrasonically assisted extraction of bioactive principles from herbs. *Ultrasonics Sonochemistry* 8: 303-313
- Viuda-Martos M, Ruiz-Navajas Y, Fernandez-Lopez J and Angel Perez-Alvarez J (2008) Antibacterial activity of different essential oils obtained from spices widely used in Mediterranean diet. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 526-531
- Wanasundara PKJPD and Shahidi F (2005) Antioxidants: Science, technology, and applications. *Bailey's industrial oil and fat products, Six Volume Set, Sixth Edition*. Edited by Fereidoon Shahidi. John Wiley & Sons, Inc 11: 431-489
- Wang XQ, Itoh H, Naka K, Chujo Y (2003) Tetrathiafulvalene-assisted formation of silver dendritic nanostructures in acetonitrile. *Langmuir* 19: 6242-6246
- Weckesser S, Engel K, Simon-Haarhaus B, Wittmer A, Pelz K and Schempp CM (2007) Screening of plant extracts for antimicrobial activity against bacteria and yeasts with dermatological relevance. *Phytomedicine* 14: 508-516
- Xiang DX, Chen Q, Pang L and Zhenga CL (2011) Inhibitory effects of silver nanoparticles on H1N1 influenza A virus *in vitro*. *Journal of Virological Methods* 178: 137-142
- Yoshimura M, Amakura Y and Yoshida T (2011) Polyphenolic compounds in clove and pimento and their antioxidative activities. *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 75(11): 2207-2212
- Zigoneanu IG, Williams L, Xu Z and Sabilov CM (2008) Determination of antioxidant components in rice bran oil extracted by microwave-assisted method. *Bioresource Technology* 99: 4910-4918
- Žugić A, Đorđević A, Arsić I, Marinković G, Živković G, Jovanović S and Tadić V (2014) Antioxidant activity and phenolic compounds in 10 selected herbs from Vrujci Spa, Serbia. *Industrial Crops and Products* 52: 519-527
- Пономарев ВД (1976) Экстрагирование лекарственного сырья. Медицина, Москва

Bioactive plant products in the food industry

Ljiljana P Stanojevic, Jelena S Stanojevic, Milorad D Cakić

Plant bioactive products, known as natural isolates or natural biochemicals, have been increasingly used in food production. New aspects of traditional plant materials application are examined, as well as extensive phytochemical tests are conducted in order to discover some new active principles from natural sources. Raw plant materials are a source of various secondary metabolites that mostly show a wide range of positive biological properties. There is a growing interest of scientists, food producers and consumers in the usage of plant extracts as functional ingredients in food and beverages and development of new food products that positively affect health. Plant extracts are also recognized as a source of the compounds which exhibit the potential of various diseases prevention and risks reduction. In the same time, there are growing remarks from consumers to the extensive utilization of synthetic additives in food industry due to their undesired side effects. The usage of raw plant materials and bioactive plant isolates is significant in food industry as spices, aromas and flavor correctors, preservatives, antioxidants, phytonutrients, antimicrobial agents, nutrients, emulsifiers, food thickeners, in meat industry, alcoholic and nonalcoholic beverages production, as well as in the confectionery and bakery industry. Generally, the usage of bioactive products of plant origin is a new trend in food industry creating a wide technological potential for new products development.

Key words: Plant bioactive products, Bio-preparations, Food industry