

Upotreba začina u proizvodnji tradicionalnih sireva

doi: 10.15567/mljekarstvo.2016.0102

Renata Josipović¹, Ksenija Markov², Jadranka Frece²,
Damir Stanzer², Ante Cvitković^{1,3}, Jasna Mrvčić^{2*}

¹Zavod za javno zdravstvo Brodsko-posavske županije,
Vladimira Nazora 2A, 35000 Slavonski Brod, Hrvatska

²Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Pierottijeva 6, 10000 Zagreb, Hrvatska

³Sveučilište J.J. Strossmayera, Medicinski fakultet,
Cara Hadrijana 10E, 31000 Osijek, Hrvatska

Prispjelo - Received: 11.06.2015.

Prihvaćeno - Accepted: 14.12.2015.

Sažetak

Sir je visoko cijenjeni mliječni proizvod u mnogim zemljama svijeta, a posebna pažnja pridaje se tradicionalnim sirevima, koji nisu samo hrana već i dio kulture i obilježja neke zemlje. Zahvaljujući zemljopisnom položaju i klimatsko-vegetacijskoj raznolikosti Republike Hrvatske, u pojedinim regijama razvijena je proizvodnja različitih tradicionalnih sireva uz upotrebu začina. Kod proizvodnje sireva sa začинима, začini se dodaju ili u sir koji se potom oblikuje, ili se sir omata lišćem začinskog bilja, ponekad se začini nanose na površinu sira, a samo u rjeđim slučajevima začini se stavljaju u sam gruš. Dodatak začina u sirarstvu pridonosi poboljšanju senzorskih karakteristika, povećanju stabilnosti i roka trajanja sira te povećanju nutritivne vrijednosti sira. Kemijski sastav začina je kompleksan i svaki začini ima neki specifičan i dominantan sastojak koji pridonosi aromi proizvoda i/ili antimikrobnom i antioksidacijskom djelovanju začina. U ovom radu dan je pregled začinskog i aromatskog bilja kao prirodnih konzervansa koji se koriste u proizvodnji tradicionalnih sireva.

Ključne riječi: začini, sir, antioksidativno i antimikrobno djelovanje

Uvod

Od kada su naši preci počeli pripitomljivati divlje životinje postojala je težnja čovjeka da očuva namirnice tijekom dužeg vremena pa se uz konzerviranje mesa počeo proizvoditi i sir, a prvi tragovi o proizvodnji sira sežu u 7 tisućljeće prije Krista u doline Eufrata i Tigrisa. U našoj zemlji sirarstvo se razvilo u srednjem vijeku, međutim, sve do 2. svjetskog rata proizvodnja sireva bila je primitivna i uglavnom individualna, a tek poslije rata naglo se razvija i poprima industrijske razmjere.

Sir, svježi ili zreli, je proizvod dobiven grušnjem sirovog, pasteriziranog ili obranog mlijeka, sirutke, stepke, vrhnja ili njihove kombinacije po odgovaraju-

ćem postupku. Različite vrste sira uvjetovane su različitim načinima proizvodnje sira iako su im osnovna tehnologija proizvodnje i glavna svojstva vrlo slični, različitim klimatskim zonama te pasminom mliječne stoke i često nose ime po mjestu podrijetla (Lukač Havranek, 1995).

Najstarija i najpoznatija vrsta sira je svježi sir koji se proizvodi od pasteriziranog mlijeka uz dodatak mljekarske kulture, ili na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima iz sirovog mlijeka, što zahtijeva vrlo visoke standarde higijene kako bi proizvedeni sir bio mikrobiološki ispravan. Kako svježi sir ima ograničen rok trajanja, kao način duljeg očuvanja i korištenja takvog sira, u narodnom je sirarstvu na njegovoj osnovi razvijeno nekoliko vrsta autohtonih

*Dopisni autor/Corresponding author: E-mail: jmrvcic@pbf.hr

sireva. To su poznate prgice (prge, kvargli, turoš), ukuhani sir, sir čebričnjak. Prgice, turoš ili kvargli su mali stožasti sirevi, koji se pod različitim nazivima proizvode od svježeg domaćeg sira najčešće obogaćenog mljevenom crvenom paprikom u području središnje i sjeverozapadne Hrvatske te susjedne Slovenije i Mađarske (Kirin, 1980; Kirin, 2004; Valkaj i sur., 2013; Valkaj i sur., 2014), a poznato je da su još stari Grci koristili majčinu dušicu kako bi začinili neke vrste sira.

Začinsko bilje počelo se uzgajati prije mnogo tisuća godina u Egiptu, Kini, Indiji, Arabiji, Perziji i Grčkoj. Začini su, pored zlata i svile, bili predmet trgovine između Istoka i Zapada. Trgovina i upotreba začinskih biljnih vrsta na europskom kontinentu počela je Kolumbovim otkrićem Amerike potkraj 15. st. Stare kulture poznavale su korištenje začina i biljnih vrsta, kako u očuvanju hrane, tako i njihovu upotrebu u ljekovite svrhe, budući da su iz iskustva znali da su neke od biljaka otrovne, a da neke pomažu u liječenju raznih bolesti.

Začini i ljekovite biljne vrste i njihovi dijelovi klasificirani su kao "Generally Recognised As Safe" (GRAS), zbog njihove tradicionalne uporabe, bez toksikoloških studija. Neki začini imaju jako biološko djelovanje na organizam pa je neophodno poznavanje odgovarajuće doze i učestalost primjene, imajući u vidu i njihovo ljekovito, ali i moguće toksično djelovanje (21CFR 182.1,182.10.)

Većina začina koji se upotrebljavaju u svijetu, a postali su prepoznatljiv simbol pojedinih nacionalnih kuhinja, osim onih egzotičnih s Orijenta, Kine i Indije, porijeklom su iz Europe i to najčešće iz područja Mediterana i iz jugoistočnih dijelova kontinenta. Obzirom da je Hrvatska mediteranska zemlja, tradicionalno se koriste brojne začinske i aromatske biljne vrste u kulinarstvu, proizvodnji likera i rakija travarica te u zanatskoj proizvodnji različitih kozmetičkih pripravaka. Neki od začina karakteristični za naše podneblje su: paprena metvica, timijan, bosiljak, peršin, kadulja, kopar, papar, kim, ružmarin, bijeli luk, feferoni, crvena paprika, list lovora, list duda, karanfilić, celer, vlasac, kumin, kopriva, itd.

Svi dijelovi začinskih biljaka kao korijen, kora, list, cvjetni pupoljak, cvijet, tučak, plod ili sjeme mogu se koristiti kao začini. Neki začini se koriste u prirodnom svježem obliku, dok se drugi priprema-

ju sušenjem, usitnjavanjem, pretvaranjem u prah ili ekstrakcijom aromatičnih sastojaka. U potrošnji značajno mjesto zauzimaju mljeveni začini. Kemijski sastav začina je kompleksan i svaki ima neki specifičan i dominantan sastojak. Najznačajnije komponente začina pripadaju grupi hlapljivih i čvrstih ulja, smola, estera, fenola, terpena, alkohola, organskih kiselina, alkaloida i spojeva sa sumporom. Kao redovni sastojci začina prisutni su i proteini, škrob, šećeri i veliki broj drugih organskih spojeva. Specifična aroma začina potječe od eteričnih ulja, a oštar i ljut okus od alkaloida i glukozida, te produkata njihove hidrolize. Antimikrobno i antioksidativno djelovanje začina je različito i ovisi o koncentraciji i vrsti aktivnih komponenti (Tajkarimi i sur., 2010; Charles, 2013). Aktivne komponente prisutne u začinima koje pokazuju antioksidativno djelovanje su fenolne kiseline, flavonoidi, prirodni pigmenti i terpeni, dok su većina aktivnih antimikrobnih sastojaka terpeni (karkrol, α -pinen, *p*-cimen, timol, kamfor, eugenol, linalol i mnogi drugi) spojevi male molekularne mase i snažnih lipofilnih svojstava, koji lako prolaze kroz stanične membrane čime izazivaju biološke reakcije (Proestos i sur., 2005; Shan i sur., 2005; Suhaj, 2006; Shan i sur., 2007).

U ovom radu dan je pregled začinskog i aromatskog bilja kao prirodnih konzervansa koji se koriste u proizvodnji tradicionalnih sireva, kao i pregled njihovog antioksidativnog i antimikrobnog djelovanja.

Antioksidativna aktivnost začina

Prema načinu djelovanja, antioksidansi se dijele na: primarne ili preventivne, sekundarne i tercijarne ili reparacione. Primarni ili preventivni antioksidansi sprečavaju nastanak novih slobodnih radikala, sekundarni antioksidanti "hvataju" slobodne radikale i na taj način inhibiraju inicijaciju i prekidaju propagaciju reakcije oksidacije, a tercijarni ili reparacioni antioksidansi obnavljaju i uklanjaju oštećene biomolekule koje nastaju u uvjetima oksidativnog stresa. Prema porijeklu, antioksidanti se dijele na prirodne i sintetske.

Antioksidativni kapacitet začina pripisuje se fenolnim spojevima, sekundarnim biljnim metabolitima prisutnim u značajnijim količinama u velikom broju biljaka (Shan i sur., 2005; Wojdylo i sur.,

2007; Dudonné i sur., 2009). Poznato je više od 8000 različitih fenolnih spojeva, a posebno je značajan njihov veliki udio u svim vrstama medicinskog i začinskog bilja. Fenolni spojevi sadrže aromatični prsten s jednom ili više hidroksilnih grupa. Pojavljuju se u slobodnom obliku ili češće vezani na druge molekule. Najčešće su povezani glikozidnim ostacima te sulfatnim ili acetilnim ostacima. Biosinteza fenolnih spojeva u biljkama najčešće se odvija preko acikličkih međuprodukata koji nastaju u biosintetskom putu šikiminske kiseline preko cijelog niza kompleksnih biokemijskih reakcija. Sudjeluju u biokemijskim promjenama koje se odvijaju tijekom zrenja i dozrijevanja bilja. Uključeni su u nastajanje boje, okusa i arome svojstvene svakoj pojedinoj biljnoj vrsti. Fenolni spojevi međusobno se razlikuju po strukturi, od jednostavnih, koji sadrže hidroksilirani jednostavni aromatski prsten, do visoko polimeriziranih spojeva. Najčešća podjela je na flavonoide i neflavonoide (fenolne kiseline i srodne spojeve). Podjela i kemijska struktura fenolnih spojeva kao i njihova antioksidacijska i antiradikalna aktivnost detaljno je opisana (Kazazić, 2004). U tablici 1 dan je pregled najznačajnijih fenolnih spojeva u različitim vrstama začina. Koncentracije spojeva nisu navedene budući da se znatno razlikuju ovisno o primjenjenoj metodi izolacije, o tome jesu li određeni ukupni fenolni spojevi ili pojedine komponente te ovisno o dijelu biljke koji je analiziran, genetičkoj podvrsti, klimatskim uvjetima i sl. (Suhaj, 2006; Kratchanova i sur., 2010; Beato i sur., 2011).

Antioksidativni kapacitet začina ne ovisi samo o koncentraciji nego i o vrsti prisutnih fenolnih spojeva. Tako antioksidativni kapacitet fenolnih kiselina ovisi o broju i položaju -OH skupina te su hidroksicimetne kiseline bolji antioksidansi u odnosu na hidroksibenzojeve kiseline. Isto tako, antioksidativni kapacitet flavonoida ovisi o stupnju hidroksilacije i položaju hidroksilnih skupina u B prstenu, prisustvu dvostruke veze u C prstenu, supstituciji hidroksilnih skupina u B prstenu s metoksi skupinama te o glikozilacija flavonoida i stupnju polimerizacije (Kazazić, 2004). Kvercetin je flavonoid s najizraženijim antioksidativnim karakteristikama.

Općenito, ako se analizira koncentracija ukupnih fenola i antioksidativni kapacitet začina po njihovim obiteljima, biljne vrste iz porodice *Lamiaceae* predstavljaju značajan izvor prirodnih antioksidanata

(Shan i sur., 2005). U ovu porodicu pripadaju ružmarin te brojne druge začinske biljne vrste, kao origano, bosiljak, metvica, kadulja, mažuran, timijan i majčina dušica. Svi su bogati fenolnim spojevima i eteričnim uljima te su poznati po svojim antioksidativnim i antimikrobnim svojstvima. Fenolni spojevi koji najviše doprinose antioksidativnom kapacitetu *Lamiaceae* ekstrakata su ružmarinska kiselina u ružmarinu, žalfiji i origanu te karnosol i karnosolna kiselina u ružmarinu i žalfiji. Od biljnih vrsta iz porodice *Lamiaceae*, ružmarin je najviše proučavan kao izvor prirodnih antioksidanata i jedini je začin koji je komercijalno dostupan kao antioksidans.

Antimikrobna aktivnost začina

Začini koji se dodaju prehrambenim proizvodima kako bi se poboljšale senzorske karakteristike te povećala nutritivna i biološka vrijednost proizvoda, mogu djelovati i kao prirodni konzervansi (Nedorostova i sur., 2009; Tajkarimi i sur., 2010; Silva i sur., 2013). U prehrambenoj se industriji danas za sprječavanje rasta nepoželjnih mikroorganizama koji uzrokuju kvarenje hrane koriste kemijski konzervansi, ali potrošači sve više preferiraju povratak tradicionalnim načinima pripreme prehrambenih proizvoda uz dodatak što manje aditiva. Zato je trenutno prisutan rastući pritisak potrošača za zamjenu kemijski sintetiziranih antimikrobnih sredstava prirodnim alternativama. Osim toga, i sama prehrambena industrija i regulatorne agencije (EFSA, Panel za prehrambene aditive i nutritivne izvore koji se dodaju hrani (ANS), Stručna komisija za prehrambene aditive Svjetske zdravstvene organizacije (JECFA), Hrvatska agencija za hranu (HAH)) uvele su ograničenja na uporabu nekih sintetičkih prehrambenih aditiva (natrijev hidrokarbonat, mravlja kiselina, octena kiselina), što je dovelo do ponovnog interesa za pronalaženjem prirodnih antimikrobnih spojeva, posebno onih iz biljnih vrsta.

Antimikrobna svojstva biljaka dokumentirana su i eksperimentalno potvrđena krajem 19. stoljeća. Istraživanjima je potvrđeno da rast gram-negativnih i gram-pozitivnih bakterija te kvasaca može biti inhibiran češnjakom, crvenim lukom, kaduljom, majčinom dušicom, timijanom, cimetom i drugim začинима (Shan i sur., 2007; Witkowska i sur., 2013).

Tablica 1. Pregled najznačajnijih fenolnih spojeva u različitim vrstama začинима koji se najčešće koriste u proizvodnji sira

Začini	Glavni fenolni spojevi	Literatura
Ružmarin <i>Rosmarinus officinalis</i>	Fenolne kiseline: ružmarinska, kava, ferulinska; fenolni diterpeni: karnozolna kiselina, karnozol; karvakrol; flavonoidi: luteolin, apigenin, naringinin; urosolna kiselina	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Kadulja (žalfija) <i>Salvia officinalis</i>	Fenolne kiseline: ružmarinska, kava, ferulinska, klorogena, p-kumarinska kiselina; fenolni diterpeni: karnozolna kiselina, flavonoidi: kvercetin, luteolin, apigenin, katehin	Shan i sur., 2005 Proestos i sur., 2005 Charles, 2013
Origano <i>Origanum vulgare</i>	Fenolne kiseline: kava, klorogena, p-kumarinska, ružmarinska; flavonoidi: apigenin, luteolin, kvercetin, miricetin	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Mažuran <i>Origanum majorana</i>	Fenolne kiseline: kava, sinapinska, kumarinska, siringinska, vanilinska, ferulinska, p-hidroksibenzojeva; flavonoidi: apigenin, luteolin	Proestos i sur., 2005 Charles, 2013
Timijan <i>Thymus vulgaris</i>	Fenolne kiseline: kava, ferulinska, galna, ružmarinska; flavonoidi: luteolin	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Bosiljak <i>Ocimum basilicum</i>	Fenolne kiseline: ružmarinska, p-kumarinska; fenolni diterpeni; flavonoidi: apigenin, kamferol, kvercetin, rutin, katehin	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Metvica <i>Mentha spicata</i>	Fenolne kiseline: kava, ružmarinska, klorogena; mentol; flavonoidi: apigenin, luteolin, rutin	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Peršin <i>Petroselinum crispum</i>	Flavonoidi: apigenin, luteolin, kamferol, miricetin, kvercetin; Fenolne kiseline: kava, galna, p-kumarinska, vanilinska, p-hidroksibenzojeva	Proestos i sur., 2005 Charles, 2013
Kim <i>Carum carvi</i>	Flavonoidi: kamferol, kvercetin, izokvercetin; kumarini; fenolne kiseline	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Kumin <i>Cuminum cyminum</i>	Flavonoidi: kamferol, kvercetin, luteolin; fenolne kiseline: kava, p-kumarinska, klorogena, galna, ferulinska	Charles, 2013
Komorač <i>Foeniculum vulgare</i>	Flavonoidi: kvercetin, izoramnetin, kamferol, rutin, miristicin; fenolne kiseline: kava, cimetna, ferulinska, p-kumarinska, o-kumarinska, 2-hidroksibenzojeva, vanilinska	Charles, 2013
Kopar <i>Anethum graveolens</i>	Flavonoidi: kvercetin, izoramnetin, kamferol, miristicin, katehin; fenolne kiseline: vanilinska	Shan i sur., 2005 Proestos i sur., 2005 Charles, 2013
Krasuljica <i>Anthriscus nemorosa</i>	Flavonoidi: luteolin	Charles, 2013
Paprika <i>Capsicum annuum</i>	Flavonoidi: kvercetin, luteolin, kapsaicin	Charles, 2013
Crni papar <i>Piper nigrum</i>	Piperin, piperidin, izokvercetin	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Gorušica <i>Brassica sinapis alba</i>	Flavonoidi: izoramnetin, kamferol	Charles, 2013
Klinčić <i>Eugenia aromatica</i>	Flavonoidi; fenolne kiseline: galna	Shan i sur., 2005 Charles, 2013
Piskavica <i>Trigonella foenum graecum</i>	Flavonoidi: apigenin, luteolin	Kenny i sur., 2013
Vlasac <i>Allium schoenoprasum</i>	Flavonoidi: kvercetin, izoramnetin, kamferol; fenolne kiseline: galna, ferulinska, kumarinska	Charles, 2013 Kucekova i sur., 2011
Češnjak <i>Allium sativum</i>	fenolne kiseline: kava, ferulinska, p-kumarinska, vanilinska, vanilic, p-hidroksibenzojeva	Beato i sur., 2011

Tablica 2. Antimikrobna aktivnost začina koji se najčešće koriste u proizvodnji sira

Začini	Glavne komponente eteričnih ulja	Antimikrobno djelovanje	Literatura
<i>Lamiaceae (Labiatae)</i>			
Ružmarin <i>Rosmarinus officianalis</i>	α -pinen, bornil acetat, kamfor, 1,8-cineol, ružmarinska i karnozinska kiselina	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>B. cereus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. anatum</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. enterica</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>L. mesenteroides</i> , <i>L. delbruekii</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>C. krusei</i>	Witkowska i sur., 2013 Shan i sur., 2007 Silva i sur., 2013
Kadulja (žalfija) <i>Salvia officinalis</i>	kamfor, α - i β -tujon, α - i β -pinen, 1,8-cineol	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>B. cereus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. anatum</i>	Witkowska i sur., 2013 Shan i sur., 2007
Origano <i>Origanum vulgare</i>	karvakol, timol, eugenol, p-cimen, γ -terpinen	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>C. albicans</i> , <i>C. krusei</i> , <i>C. tropicalis</i> , <i>P. minuscula</i> , <i>P. ohmeri</i> , <i>R. rubra</i> , <i>S. cerevisiae</i> , <i>B. cereus</i> , <i>S. anatum</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. enterica</i> , <i>P. aeruginosa</i>	Witkowska i sur., 2013 Nedorostova i sur., 2009 Silva i sur., 2013 Souza i sur., 2007 Shan i sur., 2007
Mažuran <i>Origanum majorana</i>	1,8-cineol, estragol, terpineol, linalool, karvakrol	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>F. moniliforme</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>P. vulgaris</i>	Witkowska i sur., 2013 Ramadan i sur., 2014
Timijan <i>Thymus vulgaris</i>	timol, karvakrol, p-cimen, γ -terpinene	<i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. enterica</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>B. cereus</i> , <i>S. anatum</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>L. innocua</i>	Witkowska i sur., 2013
Bosiljak <i>Ocimum basilicum</i>	linalool, metil-kavikol, eugenol, limonen	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. enterica</i> , <i>P. aeruginosa</i>	Witkowska i sur., 2013 Nedorostova i sur., 2009 Shan i sur., 2007 Silva i sur., 2013
Metvica <i>Mentha spicata</i>	karvon, piperiton oksid, limonen, 1,8-cineol, felandren	<i>B. cereus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. anatum</i> , <i>C. perfringens</i> , <i>E. faecium</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>S. enterica</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. enterica</i>	Shan i sur., 2007 Silva i sur., 2013 Shiellandra et al., 2013
<i>Apiaceae</i>			
Peršin <i>Petroselinum crispum</i>	miristicin, β -felandren, α - i β -pinen	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>L. plantarum</i> , <i>L. mesenteroides</i> , <i>M. luteus</i> , <i>Listeria</i> , <i>Micrococcus</i> , <i>Erwinia</i>	Witkowska i sur., 2013 Wong i Kitts, 2006
Kim <i>Carum carvi</i>	karvon, limonen	<i>S. aureus</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. typhi</i> , <i>V. cholerae</i> , <i>M. tuberculosis</i>	Sadowska i Obidoska, 1998
Kumin <i>Cuminum cyminum</i>	β -pinen, p-cymene, d-terpinen, kumin aldehyd	<i>S. dysenteriae</i> , <i>S. shinga</i> , <i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>S. typhi</i> , <i>S. lutea</i> , <i>B. megaterium</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. haemolytica</i>	Sheikh i sur., 2010
Komorač <i>Foeniculum vulgare</i>	<i>trans</i> -anetol, limonen, fenhon	<i>B. cereus</i> , <i>B. magisterium</i> , <i>B. pumilus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>M. luteus</i> , <i>P. pupida</i> , <i>P. syringae</i> , <i>C. albicans</i>	Gulfraz i sur., 2008
Kopar <i>Anethum graveolens</i>	karvon, d-limonen, α - i β -felandren, miristicin	<i>P. fragi</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. typhimurium</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. cerevisiae</i>	Delaquis i sur., 2002
Krasuljica <i>Anthriscus nemorosa</i>	n-nonan, n-hexadecanol, d-cadinen, β -pinene, germacren	<i>S. epidermidis</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>E. coli</i> , <i>C. albicans</i>	Pavlović i sur., 2011

<i>Capsicum</i>			
Paprika <i>Capsicum annuum</i>	kapsaicin	<i>B. cereus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>C. sporogenes</i> , <i>C. tetani</i> , <i>S. pyogenes</i>	Cichewicz i Thorpe, 1996
<i>Piper</i>			
Crni papar <i>Piper nigrum</i>	alkaloid piperin	<i>S. aureus</i> , <i>B. cereus</i> , <i>S. faecalis</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. typhi</i> , <i>E. coli</i>	Karsha i Lakshmi, 2010
<i>Brassicaceae</i>			
Gorušica <i>Brassica sinapis alba</i>	allil izotiocijanati	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>S. aureus</i> , <i>M. luteus</i> , <i>S. epidermidis</i> , <i>E. coli</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>S. sonnei</i> , <i>S. lignieres</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>P. fluorescens</i>	Witkowska i sur., 2013 Peng i sur., 2014
Hren <i>Armoracia rusticana</i>	izotiocijanati	<i>E. coli</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>S. aureus</i> , <i>S. mutans</i> , <i>S. sobrinus</i> , <i>L. casei</i> , <i>E. faecalis</i> , <i>A. actinomycetemcomitans</i> , <i>C. albicans</i> , <i>F. nucleatum</i> , <i>P. nigrescens</i> , <i>C. perfringens</i>	Nedorostova i sur., 2009 Park i sur., 2013
<i>Myrtaceae</i>			
Klinčić <i>Eugenia aromatica</i>	eugenol, karvakrol	<i>L. innocua</i> , <i>E. coli</i> , <i>S. aureus</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>B. cereus</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. anatum</i> , <i>Y. enterocolitica</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. choleraesuis</i> , <i>E. faecalis</i>	Witkowska i sur., 2013 Shan i sur., 2007 Goñi i sur., 2009
<i>Fabaceae</i>			
Piskavica <i>Trigonella foenum graecum</i>	flavonoidi, saponini, alkaloidi, glikozidi	<i>F. moniliforme</i> , <i>A. flavus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. fumigates</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>S. aureus</i> , <i>B. subtilis</i> , <i>K. pneumoniae</i> , <i>E. coli</i> , <i>P. vulgaris</i> , <i>S. dysenteriae</i>	Wagh i sur., 2007 Ramadan i sur., 2014
<i>Alliaceae</i>			
Vlasac <i>Allium schoenoprasum</i>	dialil sulfidi (mono-, di-, tri, tetra-)	<i>B. cereus</i> , <i>C. jejuni</i> , <i>C. botulinum</i> , <i>E. coli</i> O157:H7, <i>L. monocytogenes</i> , <i>S. enterica</i> , <i>S. aureus</i> , <i>V. cholerae</i>	Rattanachakunsopon i Humkhachorn, 2008
Češnjak <i>Allium sativum</i>	alicin	<i>Bacillus</i> spp., <i>B. subtilis</i> , <i>Streptococcus</i> spp., <i>S. aureus</i> , <i>A. tumefaciens</i> , <i>L. innocua</i> , <i>L. monocytogenes</i> , <i>E. coli</i> , <i>E. faecium</i> , <i>P. aeruginosa</i> , <i>P. fluorescens</i> , <i>P. syringae</i> , <i>S. enteritidis</i> , <i>S. typhimurium</i> , <i>V. cholerae</i>	Witkowska i sur., 2013 Nedorostova i sur., 2009 Dziri i sur., 2012 Borlinghaus, 2014

Povećana uporaba ljekovitih biljnih vrsta i začina u borbi protiv patogenih posljedica je i prevelike uporabe sintetskih antibiotika što je dovelo do pojave sve otpornijih bakterijskih vrsta. Antimikrobno djelovanje bilja pripisuje se uglavnom eteričnim uljima te nekim fenolnim spojevima. Najznačajniji sastojci eteričnih ulja pripadaju grupi cikličkih i ravnolančanih terpenoidnih ugljikovodika (mircen, ocimen, terpinen, cimen, limonen, felandren, pinen), monoterpenoidnih alkohola (geraniol, nerol, citronelol, linalol, terpineol) te monoterpenoidnih aldehida (geranial, neral, citronelal, karvon, menton, pulegon, fenhon, tujon). Njihov mehanizam djelovanja je različit. U biljnim ekstraktima i eteričnim uljima prisutan je veliki broj različ-

itih reaktivnih skupina pa se antimikrobna aktivnost ne pripisuje samo jednom, specifičnom mehanizmu, već je uključeno nekoliko ciljnih mjesta na stanici mikroorganizma (Skandamis i sur., 2006). Općenito, antimikrobne tvari u vegetativnim bakterijskim stanicama mogu djelovati na staničnu stijenkku, citoplazmu ili citoplazmatsku membranu (Denyer i Stewart, 1998). Dva su pretpostavljena mehanizma djelovanja cikličkih ugljikovodika: lipofilne molekule eteričnih ulja nakupljanjem u lipidnom dvosloju uzrokuju poremećaj interakcije lipid-protein, ili dolazi do izravne interakcije lipofilnih molekula s hidrofobnim dijelovima proteina (Sikkema i sur., 1994; Gill i Holley, 2006). Eterična ulja pojedinih začina

djeluju i na stanične proteine koji se nalaze na/u citoplazminoj membrani okruženi lipidnim molekulama (Knobloch i sur., 1989). Pri tome se oštećenja stanice mogu ispoljiti kao: poremećaj replikacije; inhibicija kataboličkih/anaboličkih reakcija; poremećaj transmembranske protonske pokretačke sile što uzrokuje prekidanje oksidativne fosforilacije i inhibiciju aktivnog transporta kroz membranu; gubitak integriteta membrane što uzrokuje istjecanje esencijalnih unutarstaničnih sastojaka poput kalijevih iona, anorganskog fosfata, pentozna, nukleotida, nukleozida i proteina; liza stanice ili koagulacija unutarstaničnog sadržaja (Denyer i Stewart, 1998). Naročito su izražena antimikrobna djelovanja kod začinskog povrća i to spojevi kao što su: alicin u bijelom luku, kapsaicin u ljutim paprikama, piperin u papru, cimet aldehyd u cimetu, eugenol u karanfilićima, karvakol u origanu, timol u majčinoj dušici, alil izotiocijanat u gorušici, oleuropein u maslinovom ulju, katehini u zelenom čaju i mnogi drugi (tablica 2).

Kao što je vidljivo iz tablice 2 većina autora istraživala je antibakterijsko djelovanje začina, iako začini mogu inhibirati i rast kvasaca i plijesni (Souza i sur., 2007). *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus*, *Listeria monocytogenes* i *Salmonella Typhimurium* najčešći su kontaminanti hrane pa su i najviše istraživani. Literaturni podaci pokazuju da vrste iz porodice *Lamiaceae* imaju najjače antimikrobno djelovanje. Van ove porodice snažno antimikrobno djelovanje pripisuje se klinčiću i češnjaku, dok druge vrste tipa peršina, kopra, paprike ili gorušice imaju manju antimikrobnu aktivnost. Od ispitivanih bakterijskih vrsta *S. aureus* je najosjetljivija vrsta, dok je *P. aeruginosa* vrsta najotpornija na antimikrobno djelovanje eteričnih ulja. Općenito su gram-pozitivne bakterije osjetljivije na antimikrobno djelovanje eteričnih ulja od gram-negativnih bakterija. To se može objasniti tanjom staničnom stjenkom gram-pozitivnih bakterija, koja je građena od više slojeva peptidoglikana, unutar kojeg su teihonske kiseline. Za razliku od gram-pozitivnih bakterija, stanična stjenka gram-negativnih bakterija je višeslojna, građena od sloja peptidoglikana, zatim od sloja lipoproteina, te lipopolisaharida, a time je i otpornija na vanjske utjecaje.

Origano, ružmarin, žalfija i timijan, vrste iz porodice *Lamiaceae* imaju najjače antimikrobno djelovanje i to već pri niskim koncentracijama ekstrakta dok bosiljak i metvica imaju manju antimikrobnu aktivnost (Witkowska i sur., 2013). Jaka antimi-

krobna aktivnost ovih vrsta pripisuje se karvakrolu, timolu i eugenolu, koje ove vrste sadrže u visokom udjelu, a koji su uz cimet aldehyd i cimetnu kiselinu okarakterizirani kao komponente s najjačim antimikrobnim djelovanjem. Minimalna inhibitorna koncentracija ovih biocida iznosi 0,05-5 $\mu\text{L}/\text{mL}$ *in vitro*, dok je za postizanje istog efekta u realnom sustavu (meso, mlijeko, povrće) potrebna znatno viša koncentracija od oko 0,5-20 $\mu\text{L}/\text{g}$, što ovisi o pH vrijednosti sustava, temperaturi, koncentraciji NaCl te udjelu lipida i proteina. Primjerice, smanjenjem pH vrijednosti, raste hidrofobnost eteričnih ulja, što povećava njihovu topivost u lipidnom sloju stanične membrane i jači antimikrobni učinak. Suprotno, ukoliko je u namirnici prisutan veći udio lipida najveći dio ulja otopit će se u toj lipidnoj fazi i oslabiti antimikrobni učinak prema ciljanim mikroorganizmima. Glavno antimikrobno djelovanje klinčića pripisuje se također eugenolu i karvakrolu, koji povećavaju propusnost stanične membrane (Gill i Holley, 2006) pri čemu dolazi do istjecanja i smanjenja unutarstanične koncentracije ATP-a (Witkowska i sur., 2013).

Začini porodice *Apiaceae* imaju znatno manju koncentraciju eteričnih ulja od začina porodice *Lamiaceae* i u skladu s tim, slabije antimikrobno djelovanje. Međutim, brojna istraživanja potvrdila su antimikrobno djelovanje ovih začina prema različitim mikrobnim vrstama (tablica 2), a njihovo antimikrobno djelovanje pripisuje se uglavnom flavonoidima i eteričnim uljima. Fenolni ekstrakti peršina povećavaju propusnost membrane i uzrokuju gubitak unutarstaničnog materijala, a također mogu smanjiti oksidoredukcijski potencijal rastućeg medija i uzrokovati usporeni rast mikroorganizama (Wong i Kitts, 2006).

Hren i gorušica, začini iz porodice *Brassicaceae* (u koju još spadaju za prehranu ljudi važne kupus, brokula, cvjetača, prokulice, roktvica, repa) bogati su sekundarnim metabolitima glukozinolatima. Oštećenjem stanica rezanjem biljke, glukozinolati hrena i gorušice dolaze u kontakt s enzimom mirozinazom i hidroliziraju u biološki aktivan izotiocijanat, odgovoran za antimikrobno djelovanje ovih začina. Mehanizam negovog djelovanja nije potvrđen, a predpostavljeni mehanizmi uključuju oštećenje stanične membrane i gubitak unutarstaničnog ATP-a te inaktivacija enzima acetat kinaze (Park i sur., 2013; Tomsone i sur., 2013; Peng i sur., 2014).

Piskavica je jedna od najstarijih začinskih biljaka. Kao začim se koriste listovi i sjemenke ove biljke. Sjeme se još naziva i grčko sjeme ili, zbog karakterističnog mirisa koji potječe od laktona sotolona, "jarčev rog". Ramadan i sur. (2014) istražili su kemijski sastav, antimikrobnu i antioksidativnu aktivnost eteričnog ulja piskavice i identificirali ukupno 22 komponente. Glavne komponente bile su linolna, linolenska i oleinska, te palmitinska i stearinska kiselina i sotolon. Piskavica još sadrži flavonoide, saponine, alkaloidne i glikozide i ima izraženo antioksidativno i antimikrobno djelovanje prema brojnim mikroorganizmima (tablica 2). U usporedbi mažurana, piskavice, cimeta i đumbira, antimikrobna aktivnost eteričnog ulja piskavice u rangu je cimeta, jednog od začina u vrhu začina s antimikrobnim djelovanjem. Točan mehanizam i spojevi odgovorni za antimikrobno djelovanje piskavice još nisu definirani, a neki autori to svojstvo pripisuju jednostavnim fenolima i masnim kiselinama (Wagh i sur., 2007).

Alicin je organosumporni spoj u češnjaku odgovoran za njegov tipičan miris i okus, a odgovoran je i za antimikrobno djelovanje češnjaka (Dziri i sur., 2012; Beato i sur., 2011; Borlinghaus i sur., 2014). Nastaje hidrolizom aliina, derivata aminokiseline cisteina, pomoću enzima aliinaze. Vrlo je reaktivan i nestabilan spoj čijom razgradnjom nastaju njegovi derivati dialil sulfid, dialil disulfid i dialil trisulfid, ajoen i vinilditin, spojevi manje izraženog antimikrobnog djelovanja. Alicin može savladati staničnu barijeru gram-pozitivnih i gram-negativnih bakterija, kvasaca i plijesni te ući u stanicu i inhibirati njen rast (tablica 2). Za antimikrobno djelovanje alicina odgovornima se smatraju njegove reakcije sa cisteinom, te nekim enzimima koji sadrže tiolnu skupinu, iako su neka istraživanja pokazala da alicin može inaktivirati i neke enzime koji ne sadrže tiolnu skupinu, a isto tako, neki enzimi koji sadrže tiolnu skupinu nisu inaktivirani u kontaktu s alicinom (Borlinghaus i sur., 2014).

Proizvodnja sira uz dodatak začinskog i aromatskog bilja

Od mediteranskih zemalja jedino se Francuska, Italija i Španjolska mogu izdvojiti kao sirarske zemlje čiji su sirevi svjetski poznati. Razmjerno male pro-

izvodnje sira rezultiraju razlikama u kvaliteti proizvedenog sira. Stoga u svijetu postoji oko 2000 naziva za pojedine sireve, dok po nazivima svih proizvedenih vrsta, broj bi bio znatno veći (Tratnik, 1995). Sirevi s ljekovitim i začinskim biljem proizvode se tradicionalno u brojnim zemljama od kravljeg, te od ovčjeg i kozjeg ili miješanog mlijeka. Mnoge studije ukazuju na uporabu različitog bilja i njihovih kombinacija ovisno o području gdje uspijevaju i koji su karakteristični za to podneblje. Francuska koja se izdvaja svojom velikom i raznovrsnom proizvodnjom sira (preko 300 vrsta), proizvodi i ne mali broj sireva sa začinskim biljem. Kod većine tih autohtonih sireva površina sira se omata u lišće začina ili se nanosi na površinu, dok se u rjeđim slučajevima stavlja u sam gruš. Tako se sir koji se proizvodi u području Liona obavlja lišćem vinove loze oko površine sirnog koluta. Petit Quercy proizvodi se u istoimenoj pokrajini na jugu Francuske, a površina se oblaže listom duda. Dva sira sa začinima proizvode se na Korzici i oba varijeteta se odlikuju velikim brojem sušenih začina na površini kore. Najčešće se koristi kombinacija feferona, ružmarina i bobica kleke. U predjelu Azurne obale u području Bouches du Rhône pravi se sir čija se površina posipa paprom, bobicama smreke i lovorovim listom. U sjevernom području Avesenes blizu belgijske granice proizvodi se sir u koji se stavlja mješavina peršina, papra, estragona i karanfilića. Smjesa se oblikuje u kupole, na čiju se površinu nanosi mljevena crvena paprika ili anato boja. Ovaj sir se proizvodi i industrijski. U Normandiji se proizvodi meki, kremasti sir s dodanim bijelim lukom, crnim paprom te lokalnim biljem. U području Aquitaine se proizvode mali svježi sirevi oblika smokve, koji se posipaju začinskim biljem i paprom (Hayaloglu i Farkye, 2011).

U Švicarskoj se proizvodi polutvrđi SwissAlp Panorama i tvrdi SwissAlp Bellevue sirevi sa začinima. Sirevi se proizvode od pasteriziranog kravljeg mlijeka, koje se podsirava mikrobiološkim sirilom, a nakon grušanja i kalupljenja, na površinu se nanosi mješavina začinskog bilja. Mješavinu začina koja se upotrebljava pri proizvodnji ovih sireva čine: kadulja, timijan, bosiljak, origano i peršin. Biljke se uzgajaju na velikoj nadmorskoj visini, gdje zbog sporog rasta imaju jače arome. U Belgiji se proizvodi veliki broj različitih varijeteta sireva sa začinima od kravljeg i

ovčjeg mlijeka. Od začina se najčešće upotrebljava kopriva, celer ili vlasac, papar ili bijeli luk, kumin ili piskavica. Zatim se prave i sirevi s algama, te bosiljkom. U Nizozemskoj se proizvode sirevi od kravljeg mlijeka s korijandrom, đumbirom, bijelim lukom, vlascem i peršinom, sir s kimom, s dodatkom mljevene začinske paprike i druge kombinacije.

Tradicionalna proizvodnja sira sa začinima u Danskoj se bazira na siru koji u sredini sadrži kim, a kora mu je premazana žutim ili crvenim voskom. U Njemačkoj se proizvodi sir s dodatkom zelenog papra, sjemena kima ili feferona, koji se dodaju pojedinačno ili u kombinaciji. U pokrajini Bavarskoj se proizvode sirevi s crvenom paprikom, češnjakom i šampinjonima. Englezi proizvode sireve od kozjeg mlijeka sa začinima. To su svježiji sirevi kojima se dodaju začini tijekom pripreme. Najčešće se dodaje gorušica, ružmarin, timijan i kopar. Jedan od poznatih kombinacija je i sir sa svježim biljem i češnjakom, posut crnim paprom ili ukrašen lovorovim listom (Hayaloglu i Farkye, 2011).

Turski sir sa začinima proizvodi se tradicionalno preko 200 godina u istočnoj Turskoj pod nazivom Otlu dok u južnim krajevima nosi naziv Carra ili Surk. Proizvodi se od ovčjeg sirovog ili pasteriziranog mlijeka uz dodatak *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* i *Lactococcus lactis* subsp. *cremoris* kao starter kultura te sirila. Nakon grušanja grušu se dodaje začinsko bilje u koncentraciji od 0,5-2 kg/100 kg mlijeka. Biljke se dodaju pojedinačno ili u kombinaciji dvije do tri vrste. U proizvodnji Otlu sira koristi se oko 25 vrsta bilja, najčešće češnjak, timijan, komorač i krasuljica te kopar, kim, bosiljak, zelena metvica, bijela sapunika, potočarka, pucavac te mnogocvjetni žabnjak. Ovaj sir se proizvodi i industrijski, ali nešto izmijenjenim postupkom. Pored klasičnog Otlu sira proizvode se i varijeteti s tradicionalnim turskim jogurtom Ayran: Otlu Cacik, Otlu Lor i Otlu Sürk (Hayaloglu i Fox, 2008).

Dodani začini, zahvaljujući svom antioksidativnom i antimikrobnom djelovanju pridonose povećanju nutritivne i biološke vrijednosti te roku trajanja sira (Krumov i sur., 2010; Belewu i sur., 2005; Shan i sur., 2011). Osim toga, dodatak različitih začina i biljnih vrsta utječe i na senzorska, teksturalna i funkcionalna svojstva sireva. Hayaloglu i Fox (2008) izvještavaju da začini dodani turskom siru Otlu smanjuju pH vrijednost, ali isto tako

povećavaju kiselinski stupanj sira, sugerirajući da biljne vrste mogu stimulirati rast bakterija mliječne kiseline prisutnih u sirovom mlijeku. Također, dodatak nekih biljnih vrsta poboljšava proteolizu u Otlu siru za vrijeme zrenja. Međutim, prevelika količina dodanog bilja može negativno utjecati na senzorske karakteristike i optimalna koncentracija bilja je oko 1 %. Slične rezultate dobili su i El-Aziz i suradnici (2012) koji su dodavali ekstrakt đumbira u meki sir, što je dovelo do sniženja pH vrijednosti i povećanja aktivnosti *Lactococcus* bakterija. Dodani ekstrakt đumbira ubrzao je period zrenja mekog sira, uzrokujući povećanje kohezivnosti i smanjenje čvrstoće koja se reflektira na mekoću i glatkoću teksture. Senzorski je sir bio prihvatljiviji potrošačima, a dodani ekstrakt đumbira inhibirao je rast kvasaca i plijesni te produžio trajnost sira. Han i suradnici su istraživali utjecaj pojedinačnih polifenolnih spojeva te dodatak ekstrakta grožđa, zelenog čaja i brusnice u mlijeko pri proizvodnji sira s funkcionalnim svojstvima. Dodani bioaktivni spojevi neznatno snižavaju pH vrijednost, ali značajno djeluju na kinetiku nastajanja gel faze (Han i sur., 2011a; Han i sur., 2011b). Eterična ulja ružmarina i oregana mogu umanjiti oksidaciju lipida, a time i užegli okus i miris sira tijekom skladištenja (Olmedo i sur., 2013). U cilju proizvodnje novih funkcionalnih i senzorski prihvatljivih proizvoda, osim u sir, začini i ekstrakti začina dodaju se i u druge mliječne proizvode tipa mliječnih namaza i jogurta (Illupapalayam i sur., 2014).

Proizvodnja sira uz dodatak začinskog i aromatskog bilja u Republici Hrvatskoj

Zahvaljujući zemljopisnoj i klimatsko-vegetacijskoj raznolikosti, u gotovo svim hrvatskim regijama od prošlosti pa do danas razvijena je proizvodnja različitih autohtonih sireva u pojedinim regijama. Nastanak tradicijskih sireva vezan je za običaje, navike, potrošnju, klimu, reljef i prenošenje znanja i iskustava iz proizvodnje s generacije na generaciju. Osim prethodno navedenog, na specifičnost autohtonih sireva (okus, aromu, konzistenciju), utječe mlijeko kao sirovina, prvenstveno zbog bakterija mliječne kiseline, čemu se osobito u novije vrijeme posvećuje posebna pažnja. Začini u proizvodnji sira poboljšavaju senzorska svojstva, stabilnosti i rok trajanja

te daju nova svojstva, tzv. funkcionalnu namirnicu. Najčešći začini i povrće koji se dodaju u sir i sirne namaze (obično u koncentraciji od oko 1 %) su crvena paprika, papar, hren, timijan, klinčić, kumin, kim, peršin, estragon, muškataci oraščić, bosiljak, luk češnjak i rajčica (Kirin, 2004; Han i sur., 2011; Shan i sur., 2011; Olmedo i sur., 2013).

U literaturi se spominje oko tridesetak različitih vrsta sireva na području Hrvatske (Lukač Havranek, 1995): sir čebričnjak, nabiti sir, kuhani sir, prgice i kvargli, koji su karakteristični za Bilogorsko-podravsku regiju. Svježi kravljji sir obilježava područje Zagorja, Prigorja i Bilogorsko-podravski kraj. Turoš je karakterističan za Međimurje, a sušeni sir za središnju Hrvatsku. Karakačanski sirevi Šokadije proizvodili su se u Slavoniji i Srijemu. Područje Like poznato je po proizvodnji ličkog škripavca, tounjskog sira i ličke base. Grobnički sir je karakterističan za područje Rijeke i Gorskog kotara. Čićski sir, istarski sir, istarski pekorino i tarski sir proizvode se u Istri. Svaki sa svojom posebnosti ističu se otočki sirevi: krčki sir, creski sir, rapski sir, paški sir, brački sir i olibski sir. Lećevički sir proizvodio se u zaleđu Splita, a dubrovački u zaleđu Dubrovnika. Proizvodnja nekih tvrdih ovčjih sireva se sačuvala do danas kao što su brački, krčki, paški, grobnički. Paški, istarski pekorin i lećevički sir proizvode se danas industrijski.

Iz nabrojanih autohtonih sireva sir čebričnjak, nabiti sir, prgice, kvargli te turoš su sirevi koji se proizvode od svježeg sira s dodatkom najčešće crvene mljevene paprike. Svi ovi sirevi se proizvode od svježeg domaćeg sira koji se miješa s vrhnjem, solju i mljevenom crvenom paprikom, te formira u oblike svojstvene svakoj pojedinoj vrsti. Sir turoš, prge ili kvargli su ista vrsta sira, koja se pojavljuje pod različitim lokalnim nazivima i u različitim oblicima i svojstvima (Kirin, 2004; Valkaj i sur., 2014).

Turoš sir se proizvodi od sirovog kravljeg mlijeka, bez dodavanja starter kultura, koje se ostavi na toplom mjestu da se ukiseli. Vrhnje se obere s površine. Obrano kiselo mlijeko se zagrijava (42 °C), bez miješanja oko 3 sata dok se čvrsti sir ne pojavi na površini. Sir se stavi cijediti 1 dan. Ocijeđenom se siru doda sol i crvena mljevena paprika, te se oblikuje u stošce, koji se suše na suncu ili iznad peći oko 7 dana (Valkaj i sur., 2014).

Prgica se proizvodi iz kiselog, svježeg kravljeg sira, nastalog spontanom kiseljenjem na toplom mjestu, bez dodataka starter kultura. Ocijeđeni sir se posoli, te mu se doda mljevena crvena paprika i eventualno češnjak. Sir se izmiješa, te se oblikuje u male stošce, koji se potom suše na zraku za vrijeme ljetnih dana, dok se po zimi suše blizu peći, a mogu se i dimiti (Valkaj i sur., 2013).

Čebričnjak nastaje konzerviranjem svježeg sira, ograničene trajnosti. Proizvodi se tako da se svježi sir preko zime postepeno puni u drvene kačice (čebriće), prethodno soli i miješa s mljevenom paprikom te zalijeva mlijekom, vrhnjem i vinom. Tako napunjene čebriće odozgo se zaliju maslom, čuvaju do proljeća i ljeta kada se sir troši (Kirin, 1980).

Nabiti sir se pravi od izmrvljenih prga koje se mogu najprije prelitati rastopljenim maslacem, pomiješati s vrhnjem i soli, te staviti u drvenu posudu pod pritisak.

Proizvodnja tradicionalnog krčkog sira je patentirana i obuhvaća fazu "senzorske dorade u fazi njegova zrenja začinskim biljem", što znači da se siru u fazi zrenja prilaže začinsko bilje kako bi poprimio aromatična svojstva ružmarina, smilja, kadulje i orahovog lista. Kod dodavanja arome oraha, sir jedno vrijeme odležava omotan u list crnog oraha, dok ne pusti aromu. Neposredno prije pakiranja, odvaja se list oraha od sira i pakira se za tržište. Takav sir ima tamnosmeđu boju kore koju je poprimio u procesu aromatizacije. Orahovo lišće sadrži visokotoksični spoj juglon. Međutim, raspoloživa znanstveno-stručna literatura i dostupni toksikološki podaci iz različitih zemalja s njegovom tradicionalnom uporabom u sirarstvu, narodnoj medicini te u kozmetičkoj primjeni ukazuju da ovaj spoj neće prouzročiti štetan učinak na zdravlje ljudi. Osim juglona, orahovo lišće sadrži trjeslovine koje djeluju antimikrobno, flavonoide i veliki broj fenolkarboksilnih kiselina koje djeluju antioksidativno (Hah, 2010).

Autohtoni istarski kravljji sir se u novije vrijeme proizvodi uz dodatak crnog tartufa u količini od oko 1 %, te uz dodatak maslinovog ulja s okusom tartufa u određenoj fazi prerade. Također se proizvodi i sir u teranu koji se pravi od tvrdog kravljeg sira koji je odnjegovan u vinu od autohtone istarske sorte teran.

Zakonska regulativa o uporabi začina i biljnih dodataka u Republici Hrvatskoj

Usklađivanjem zakonodavstva RH s EU preuzet je Zakon o hrani (EZ) 178/2002 Europskog parlamenta i vijeća, o utvrđivanju općih načela i uvjeta zakona o hrani. Mikrobiološko testiranje začina provodi se prema važećem Zakonu o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (NN 81/13), odnosno čl. 5 tog Zakona koji uključuje Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu (Ministarstvo poljoprivrede, 2011), a prema čijim se preporukama provodi i mikrobiološko testiranje sira. ESA (European Spice Association), krovna organizacija europske industrije začina, propisala je način uzgoja, branja i tretiranja začina koji osigurava postizanje određene kvalitete začina i začinskih biljaka propisanih u "Quality Minima Document" izdan od strane ove organizacije. Mikrobiološka ispravnost začina osigurava se zračenjem ili parnom sterilizacijom, pri čemu zračenje (maksimalna apsorbirana doza zračenja je 10 kGy) manje utječe na okus bilja, ali su potrošačima prihvatljiviji začini tretirani parnom sterilizacijom. Jedan dio odredbi o začинима može se naći u EU legislativi za aditive ((EC) br. 1333/2008 i arome (EC)) br. 1334/2008. U Pravilniku o tvarima koje se mogu dodavati hrani i koristiti u proizvodnji hrane te tvarima čije je korištenje u hrani zabranjeno ili ograničeno (NN 160/13) propisuju se uvjeti pod kojima se tvari, uključujući biljne vrste, mogu dodavati hrani i koristiti u proizvodnji i kod stavljanja hrane i dodataka prehrani na tržište Republike Hrvatske. Uredbom br. (EU) 1093/2014 definirana je upotreba određenih bojila, među kojima je i ekstrakt crvene paprike, u aromatiziranom zrelom siru, kao što su zeleni i crveni sir pesto, sir wasabi i zeleni mramorni biljni sir.

U Pravilniku o sirevima i proizvodima od sireva NN 20/09 propisani su zahtjevi kakvoće kojima u proizvodnji i stavljanju na tržište moraju udovoljavati sirevi i proizvodi od sireva.

Zaključak

U skladu s vizijom prehrambeno-prerađivačkog sektora definiranom u okviru Hrvatskog klastera konkurentnosti prehrambeno-prerađivačkog sektora do 2020. godine, a koja se bazira na učinkovitoj upotrebi resursa, primjeni znanja i inovacija u proizvodnji visoko kvalitetne tradicionalne i funkcionalne hrane, u proizvodnji sira trend je proizvodnja

tradicionalnih te novih funkcionalnih proizvoda. U posljednjih par godina može se primijetiti povećanje proizvodnje tradicionalnih sireva kao i sireva sa začинима. Po uzoru na vino, povećana je proizvodnja, promocija i ponuda tradicionalnih i autohtonih vrsta sireva u brojnim malim obiteljskim siranama na tzv. cestama sira. Sir proizveden uz dodatak začina (crvena paprika, peršin, češnjak, lavanda, kopar, vlasac) odlikuje se povećanom biološkom i nutritivnom vrijednošću, produljenim rokom trajanja te povoljnim senzorskim karakteristikama zahvaljujući antioksidativnim i antimikrobnim komponentama prisutnim u pojedinim začínima. Republika Hrvatska je mediteranska zemlja bogata raznovrsnim ljekovitim i aromatskim biljem što joj daje veliki potencijal za proizvodnju novih, različitih autohtonih sireva sa začíniskim biljem koji mogu značajno obogatiti njenu gastronomsku i turističku ponudu.

The use of spices in the production of traditional cheeses

Abstract

Cheese is a highly valued dairy product worldwide, with a special focus on traditional cheeses, not only for their basic nutritive purposes but also as a part of the culture and characteristics of a certain country. Owing to the geographical location as well as the climate and vegetation diversity, in certain regions of Croatia the production of various traditional cheeses using spices was developed. Spices are either added to the cheese curd which is then formed, or cheese is wrapped into plant leaves. Sometimes spices are also applied onto the surface of the cheese, and only in rare cases spices are added into the curd. Spices added to cheese improve sensory characteristics, increase the stability and shelf life but also increase the nutritional value. The chemical composition of spices is very complex and every spice has a specific and dominant ingredient that contributes to the flavour of the product and/or its antimicrobial and antioxidant activity. This paper provides an overview of spices and aromatic herbs as natural preservatives that are used in the production of traditional cheeses.

Key words: spices, cheese, antioxidant and antimicrobial activity

Literatura

- Beato, V.M., Orgaz, F., Mansilla, F., Montaño, A. (2011): Changes in phenolic compounds in garlic (*Allium sativum* L.) owing to the cultivar and location of growth, *Plant Foods for Human Nutrition* 66 (3), 218-23. doi: 10.1007/s11130-011-0236-2
- Belewu, M.A., Belewu, K.Y., Nkwunonwo, C.C. (2005): Effect of biological and chemical preservatives on the shelf life of West African soft cheese, *African Journal of Biotechnology* 4 (10), 1076-1079.
- Borlinghaus, J., Albrecht, F., Gruhlke, M.C.H., Nwachukwu, I.D., Slusarenko, A.J. (2014): Allicin: Chemistry and Biological Properties, *Molecules* 19, 12591-12618. doi: 10.3390/molecules190812591
- CFR (Code of Federal Regulations) Title 21, Volumen 3 part 182. <http://www.gpo.gov/fdsys/pkg/CFR-2011-title21-vol3/pdf/CFR-2011-title21-vol3-part182.pdf>. (20.05.2015.)
- Charles, D.J. (2013): *Antioxidant Properties of Spices, Herbs and Other Sources*, Springer, New York, USA. doi: 10.1007/978-1-4614-4310-0
- Cichewicz, R.H., Thorpe, P.A. (1996): The antimicrobial properties of chile peppers (*Capsicum species*) and their uses in Mayan medicine, *Journal of Ethnopharmacology* 52 (2), 61-70. doi: 10.1016/0378-8741(96)01384-0
- Denyer, S.P., Stewart, G.S.A.B. (1998): Mechanisms of action of disinfectants, *International Biodeterioration and Biodegradation* 41, 261-268. doi: 10.1016/S0964-8305(98)00023-7
- Delaquis, P.J., Stanich, K., Girard, B., Mazza, G. (2002): Antimicrobial activity of individual and mixed fractions of dill, cilantro, coriander and eucalyptus essential oils, *International Journal of Food Microbiology* 74, 101-109. doi: 10.1016/S0168-1605(01)00734-6
- DIREKTIVA 1999/3/EZ EUROPSKOG PARLAMENTA I VIJEĆA od 22. veljače 1999. o utvrđivanju popisa Zajednice hrane i sastojaka hrane podvrgnutih ionizirajućem zračenju
- Dudonné, S., Vitrac, X., Coutière, P., Woillez, M., Mérillon, J.M. (2009): Comparative Study of Antioxidant Properties and Total Phenolic Content of 30 Plant Extracts of Industrial Interest Using DPPH, ABTS, FRAP, SOD, and ORAC Assays, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 57, 1768-1774. doi: 10.1021/jf803011r
- Dziri, S., Hassen, I., Fatnassi, S., Mrabet, Y., Casabianca, H., Hanchi, B., Hosni, K. (2012): Phenolic constituents, antioxidant and antimicrobial activities of rosy garlic (*Allium roseum* var. *odoratissimum*), *Journal of Functional Foods* 4, 423-432. doi: 10.1016/j.jff.2012.01.010
- El-Aziz, M.A., Mohamed, S.H.S., Seleet, F.L. (2012): Production and Evaluation of Soft Cheese Fortified with Ginger Extract as a Functional Dairy Food, *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences* 62 (2), 77-83. doi: 10.2478/v10222-011-0046-0
- ESA Quality Minima Document (2004): *European Spice Association*
- Gill, A.O., Holley, R.A. (2006): Disruption of *Escherichia coli*, *Listeria monocytogenes* and *Lactobacillus sakei* cellular membranes by plant oil aromatics, *International Journal of Food Microbiology* 108 (1), 1-9. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2005.10.009
- Goni, P., Lopez, P., Sanchez, C., Gomez-Lus, R., Becerri, R., Nerín, C. (2009): Antimicrobial activity in the vapour phase of a combination of cinnamon and clove essential oils, *Food Chemistry* 116 (4), 982-989. doi: 10.1016/j.foodchem.2009.03.058
- Gulfraz, M., Mehmood, S., Minhas, N., Jabeen, N., Kausar, R., Jabeen, K., Arshad, G. (2008): Composition and antimicrobial properties of essential oil of *Foeniculum vulgare*, *African Journal of Biotechnology* 7 (24), 4364-4368.
- Hrvatska agencija za hranu (2010): *Znanstveno mišljenje o mogućnosti korištenja orahovog lišća pri proizvodnji tvrdog ovčjeg sira*.
- Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C.P., Fustier, P., Salmieri, S., Lacroix, M. (2011a): Effect of polyphenolic ingredients on physical characteristics of cheese, *Food Research International* 44, 494-497. doi: 10.1016/j.foodres.2010.10.026
- Han, J., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C.P., Fustier, P., Salmieri, S., Lacroix, M. (2011b): Polyphenolic compounds as functional ingredients in cheese, *Food Chemistry* 124, 1589-1594. doi: /10.1016/j.foodchem.2010.08.021
- Hayaloglu, A.A., Fox, P.F. (2008): Cheeses of Turkey: 3. Varieties containing herbs or spices, *Dairy Science Technology* 88, 245-256.
- Hayaloglu, A.A., Farkye, N.Y. (2011): *Cheese with Added Herbs, Spices and Condiments*. U: Fuquay J.W., Fox P.F., McSweeney P.L.H. (eds.): *Encyclopedia of Dairy Sciences*, 783-789. Academic Press, San Diego. doi: 10.1051/dst:2007015
- Illupapalayam, V.V., Smith, S.C., Gamlath S. (2014): Consumer acceptability and antioxidant potential of probiotic-yogurt with spices, *LWT- Food Science and Technology* 55, 255-262.
- Karsha, P.V., Lakshmi, O.B. (2010): Antibacterial activity of black pepper (*Piper nigrum*) with special reference to its mode of action on bacteria, *Indian Journal of Natural Products and Resources* 1 (2), 213-215.
- Kazazić, S. (2004): Antioksidativna i antiradikalska aktivnost flavonoida, *Arhiv za Higijenu Rada i Toksikologiju* 55, 279-290.
- Kenny, O., Smyth, T.J., Hewage, C.M., Brunton, N.P. (2013): Antioxidant properties and quantitative UPLC-MS analysis of phenolic compounds from extracts of fenugreek (*Trigonella foenum-graecum*) seeds and bitter melon (*Momordica charantia*) fruit, *Food Chemistry* 141 (4), 4295-4302. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.07.016
- Kirin, S. (1980): Domaće vrste sireva bilogorsko-podravске regije i mogućnosti njihove industrijske proizvodnje, *Mljekarstvo* 30 (4), 111-116.

27. Kirin, S. (2004): Kvargli, *Mljekarstvo* 54 (4), 315-325.
28. Knobloch, K., Pauli, A., Iberl, B., Weigand, H., Weis, N. (1989): Antibacterial and antifungal properties of essential oil components, *Journal of Essential Oil Research* 1, 119-128. doi: 10.1080/10412905.1989.9697767
29. Kratchanova, K., Denev, P., Ciz, M., Lojek, A., Mihailov, A. (2010): Evaluation of antioxidant activity of medicinal plants containing polyphenol compounds. Comparison of two extraction systems, *Acta Biochimica Polonica* 2, 229-234.
30. Krumov, K., Ivanov, G., Slavchev, A., Nenov N. (2010): Improving the Processed Cheese Quality by the Addition of Natural Spice Extracts, *Advance Journal of Food Science and Technology* 2 (6), 335-339.
31. Kucekova, Z., Mlcek, J., Humpolicek, P., Rop, O., Valasek, P., Saha, P. (2011): Phenolic compounds from *Allium schoenoprasum*, *Tragopogon pratensis* and *Rumex acetosa* and their antiproliferative effects, *Molecules* 16, 9207-9217. doi: 10.3390/molecules16119207
32. Lukač Havranek, J. (1995): Autohtoni sirevi Hrvatske, *Mljekarstvo* 45 (1), 19-37.
33. Nedorostova, L., Kloucek, P., Kokoska, L., Stolcova, M., Pulkrabek, J. (2009): Antimicrobial properties of selected essential oils in vapour phase against foodborne bacteria, *Food Control* 20, 157-160. doi: 10.1016/j.foodcont.2008.03.007
34. Olmedo, R.H., Nepote, V., Grosso, N.R. (2013): Preservation of sensory and chemical properties in flavoured cheese prepared with cream cheese base using oregano and rosemary essential oils, *LWT- Food Science and Technology* 53, 409-417.
35. Park, H.W., Choi, K.D., Shin, I.S. (2013): Antimicrobial activity of isothiocyanates (ITCs) extracted from horseradish (*Armoracia rusticana*) root against oral microorganisms, *Biocontrol Science* 18 (3), 163-168. doi: 10.4265/bio.18.163
36. Pavlović, M., Petrović, S., Milenković, M., Couladis, M., Tzakou, O., Niketić M. (2011): Chemical composition and antimicrobial activity of *Anthriscus nemorosa* root essential oil, *Natural Product Communications* 6 (2), 271-273.
37. Peng, C., Zhao, S., Zhang, J., Huang, G., Chen, L., Zhao, F. (2014): Chemical composition, antimicrobial property and microencapsulation of Mustard (*Sinapis alba*) seed essential oil by complex coacervation, *Food Chemistry* 165, 560-568. doi: 10.1016/j.foodchem.2014.05.126
38. Pravilnik o tvarima koje se mogu dodavati hrani i koristiti u proizvodnji hrane te tvarima čije je korištenje u hrani zabranjeno ili ograničeno (2013): *Narodne novine* 160, Zagreb
39. Pravilnik o sirevima i proizvodima od sireva (2009): *Narodne novine* 20, Zagreb
40. Proestos, C., Chorianopoulos, N., Nychas, G.J.E., Komaitis, M. (2005): RP-HPLC analysis of the phenolic compounds of plant extracts. Investigation of their antioxidant capacity and antimicrobial activity, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 1190-1195. doi: 10.1021/jf040083t
41. Ramadan, M.M., Yehia, H.A., Shaheen, M.S., EL-Fattah, M.S.A. (2014): Aroma Volatiles, Antibacterial, Antifungal and Antioxidant Properties of Essential Oils Obtained from Some Spices Widely Consumed in Egypt, *Journal of Agriculture and Environmental Sciences* 14 (6), 486-494.
42. Rattanachaikunsopon, P., Humkhachorn, P.P. (2008): Diallyl Sulfide Content and Antimicrobial Activity against Food-Borne Pathogenic Bacteria of Chives (*Allium schoenoprasum*), *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry* 72 (11), 2987-2991. doi: 10.1271/bbb.80482
43. Sadowska, A., Obidoska, G. (1998): *Pharmacological uses and toxicology of caraway*. In: Németh E. (ed.): *Caraway. The genius Carum*, 165-174. Harwood Academic Publishers, London.
44. Shailendra Singh, C., Ruchi, A. (2013): Evaluation of antibacterial activity of volatile oil from *mentha spicata*, *Journal of Drug Delivery & Therapeutics* 3 (4), 120-121.
45. Shan, B., Cai, Y.Z., Sun, M., Corke, H. (2005): Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 53, 7749-7759. doi: 10.1021/jf051513y
46. Shan, B., Cai, Y.T., Brooks, J.D., Corke H. (2007): The in vitro antibacterial activity of dietary spice and medicinal herb extracts, *International Journal of Food Microbiology* 117, 112-119. doi: 10.1016/j.ijfoodmicro.2007.03.003
47. Shan, B., Cai, Y.Z., Brooks, J.D., Corke, H. (2011): Potential application of spice and herb extracts as natural preservatives in cheese, *Journal of Medicinal Food* 14, 284-290. doi: 10.1089/jmf.2010.0009
48. Sheikh, M.M.I., Islam, M.S., Rahman, M.A., Rahman, M.M., Alam, M.F. (2010): Control of some human pathogenic bacteria by seed extracts of cumin (*Cuminum cyminum* L.), *Agriculturae Conspectus Scientificus* 75 (1), 39-44.
49. Sikkema, J., Bont, J.A.M. (1994): Interactions of cyclic hydrocarbons with biological membranes, *The Journal of Biological Chemistry* 269, 8022-8028.
50. Silva, N., Alves, S., Gonçalves, A., Amaral, J.S., Poeta, P. (2013): Antimicrobial activity of essential oils from Mediterranean aromatic plants against several foodborne and spoilage bacteria, *Food Science and Technology International* 19 (6), 503-510. doi: 10.1177/1082013212442198
51. Skandamis, P., Koutsoumanis, K., Fasseas, K., Nychas, G.J.E. (2006): Inhibition of oregano essential oil and EDTA on *Escherichia coli* O157:H7, *Italian Journal of Food Science* 13, 65-75.

52. Souza, E.L., Stamford, T.L.M., Lima, E.O., Trajano, V.N. (2007): Effectiveness of *Origanum vulgare* L. essential oil to inhibit the growth of food spoiling yeasts, *Food Control* 18, 409-413. doi: 10.1016/j.foodcont.2005.11.008
53. Suhaj, M. (2006): Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review, *Journal of Food Composition and Analysis* 19, 531-537. doi: 10.1016/j.jfca.2004.11.005
54. Tajkarimi, M.M., Ibrahim, S.A., Cliver, D.O. (2010): Antimicrobial herb and spice compounds in food, *Food Control* 21, 1199-1218. doi: 10.1016/j.foodcont.2010.02.003
55. Tomsone, L., Kruma, Z., Galoburda, R., Dimins, F., Kreicbergs, V. (2013): Influence of Technological Processes on the Phenol Content and Antioxidant Properties of Horseradish Roots (*Armoracia rusticana* L.). In: IPCBEE - volume 53, *Proceedings of 2nd International Conference on Nutrition and Food Sciences, Singapore*.
56. Tratnik, Lj., Mioković, G., Banović, M. (1995): Sensory properties and acceptability of Cottage cheese, *Mljekarstvo* 45, 223-232.
57. Uredba br. (EU) 1093/2014 od 16. listopada 2014. o izmjeni i ispravku Priloga II. Uredbi (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća u pogledu uporabe određenih bojila u aromatiziranom zrelom siru
58. Uredba (EZ) br. 1333/2008 Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 2008. o prehrambenim aditivima.
59. Uredba (EZ) br. 1334/2008 Europskog parlamenta i Vijeća od 16. prosinca 2008. o aromama i nekim sastojcima hrane s osobinama aroma za upotrebu u i na hrani, te o izmjeni Uredbe Vijeća (EEZ) br. 1601/91, uredbi (EZ) br. 2232/96 i (EZ) br. 110/2008 te Direktive 2000/13/EZ
60. Valkaj, K., Kalit, S., Salajpal, K., Zubović, M., Marković, T. (2014): Chemical and Microbiological Characterization of Turoš Cheese, *Agriculturae Conspectus Scientificus* 79, 201-207.
61. Valkaj, K., Kalit, S., Kalit, M.T., Wendorff, W.L. (2013): Hygienic Indicators and Chemical Composition of Prgica Cheese Produced from Raw and Pasteurised Milks, *Czech Journal of Food Sciences* 31, 217-221.
62. Vodič za mikrobiološke kriterije za hranu (2011): *Ministarstvo poljoprivrede, ribarstva i ruralnog razvoja, Republika Hrvatska*
63. Zakon o higijeni hrane i mikrobiološkim kriterijima za hranu (2013): *Narodne novine* 81, Zagreb
64. Zakon o hrani (2013): *Narodne novine* 81, Zagreb
65. Wagh, P., Rai, M., Deshmukh, S.K., Teixeira Durate, M.C. (2007): Bio-activity of oils of *Trigonella foenum-graecum* and *Pongamia pinnata*, *African Journal of Biotechnology* 6 (13), 1592-1596.
66. Witkowska, A.M., Hickey, D.K., Alonso-Gomez, M., Wilkinson, M. (2013): Evaluation of antimicrobial activities of commercial herb and spice extracts against selected food-borne bacteria, *Journal of Food Research* 2, 37-54. doi: 10.5539/jfr.v2n4p37
67. Wojdylo, A., Oszmiański, J., Czemerys, R. (2007): Antioxidant activity and phenolic compounds in 32 selected herbs, *Food Chemistry* 105, 940-949. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.04.038
68. Wong, P.Y.Y., Kitts, D.D. (2006): Studies on the dual antioxidant and antibacterial properties of parsley (*Petroselinum crispum*) and cilantro (*Coriandrum sativum*) extracts, *Food Chemistry* 97, 505-515. doi: 10.1016/j.foodchem.2005.05.031