

## Prirodna antimikrobna jedinjenja i biološka zaštita hrane

Vesković-Moračanin Slavica<sup>1</sup>, Đukić Dragutin<sup>2</sup>, Kurćubić Vladimir<sup>2</sup>, Mašković Pavle<sup>2</sup>, Ač Mira<sup>3</sup>

*S a d r ž a j:* Veliki broj prehrambenih proizvoda, usled visokog sadržaja nutritivnih materija, predstavlja idealnu sredinu za rast mikroorganizama. Kvar i tip kvara hrane zavisi od mnogih faktora, kao što su vrsta i intenzitet metaboličke aktivnosti prisutnih mikroorganizama, njihovo fiziološko stanje i sposobnost da prežive različite postupke prerade i uslove skladištenja. Kao posledica kvara hrane dolazi do velikih ekonomskih gubitaka, ali i do nastanka povećanog zdravstvenog rizika potrošača. Primenom savremenih zaštitnih tehnologija u postupcima prerade hrane, kao i implementacijom odgovarajućih mikrobioloških standarda, može se značajno umanjiti, mada ne i sasvim eliminisati, nastanak kvara hrane i verovatnoća pojava bolesti koje se prenose hranom.

Upotreba određenih mikroorganizama, njihovih metaboličkih produkata, kao i biljnih ekstrakata predstavlja osnovu razvoja novih tehnologija biološkog konzervisanja i zaštite, čija primena može doprineti, s jedne strane, standardizaciji procesa izrade prehrambenih proizvoda sa ujednačenim i/ili unapređenim parametrima kvaliteta, a sa druge strane, nastanku bezbednih proizvoda sa produženim rokom upotrebe. Potraga za prirodnom alternativom zaštite hrane, u odnosu na upotrebu hemijskih supstanci, predstavlja jednu od najvažnijih aktivnosti prehrambene industrije i uslovljena je zahtevom savremenih potrošača za konzumiranjem minimalno prerađene hrane.

**Ključne reči:** kvar hrane, bioprotektori hrane, bezbednost hrane.

### Kvar hrane – ekonomski i zdravstveni aspekti

Obezbediti dovoljnu količinu bezbedne hrane sa definisanim poželjnim parametrima kvaliteta je imperativ svakog proizvođača, ali i neprikosnoven zahtev savremenog potrošača. S obzirom da danas trgovina i transport hrane imaju internacionalni karakter, to je pitanje bezbednosti hrane postalo zajednički problem i predmet pažnje kako razvijениjih, tako i zemalja u razvoju. Vlade mnogih zemalja su uspostavile nove institucije, standarde i metode za regulisanje bezbednosti hrane i povećale investicije u sisteme za kontrolu potencijalnih opasnosti.

Načela „od polja do trpeze” u Italiji, „od farme do viljuške” u Engleskoj ili „od proizvođača do potrošača” u Nemačkoj, sinonimi su na kojima se temelji novi integrisani sistem bezbednosti hrane u Evropskoj uniji (Vesković i Đukić, 2015). Načelo upućuje na to da bezbednost hrane započinje, najpre, na nivou primarne proizvodnje, počev od

proizvodnje na poljoprivrednom zemljištu i u staji, a završava se konzumiranjem hrane od strane krajnjeg potrošača. Ovim sistemom određena je odgovornost svih učesnika u čitavom integrisanom lancu proizvodnje, prerade i distribucije hrane (Vesković-Moračanin i dr., 2014b).

Nebezbedna hrana sadrži opasne agense ili zagađivače, koji mogu dovesti do pojave bolesti kod ljudi, ili do stvaranja povećanog rizika od nastanka hroničnih bolesti. Takvi zagađivači mogu dospeti u hranu na mnogo različitih načina tokom procesa njene proizvodnje, a mogu se u njoj naći i usled loših ili neadekvatnih proizvodnih i higijenskih uslova. Najčešća opasnost za nastanak nebezbedne hrane predstavlja prisustvo različitih patogenih mikroorganizama, parazita, mikotoksina, ostataka veterinarskih lekova i pesticida (Vesković i dr., 2011).

Danas sve zemlje imaju slične probleme u pogledu bezbednosti hrane, pri čemu relativni značaj različitih rizika varira u zavisnosti od sanitarnog stanja zemljišta (Đukić i dr., 2011), klimatskih

**Napomena:** Istraživanja u ovom radu deo su projekta III 46009 koga finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

<sup>1</sup>Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11000 Beograd, Republika Srbija;

<sup>2</sup>Univerzitet u Kragujevcu, Agronomski fakultet u Čačku, Cara Dušana 34, 32000 Čačak, Republika Srbija;

<sup>3</sup>Eurobanat gas, Železnička 39, 21000 Novi Sad, Republika Srbija.

uslova (Đukić i dr., 2008), načina ishrane ljudi, nivoa njihovog socijalnog statusa, odnosno, od visine državnog javnog prihoda i uspostavljene infrastrukture.

Najčešći rizici po bezbednost hrane, a time, direktno, i zdravstveni rizici ljudi su veći u zemaljama u razvoju, usled postojanja loših higijenskih uslova i neadekvatne vode za piće, nego u razvijenim zemljama. Takođe, uslovi skladištenja i temperatura čuvanja hrane, ali i napitaka, utiču na njihov kvalitet i rok trajanja (Đukić i dr., 2014).

Kvar hrane se može definisati kao proces ili skup promena koje čine proizvod nepoželjnim ili neprihvatljivim za ljudsku upotrebu; nastaje kao rezultat biohemijske aktivnosti prisutnih mikroorganizama i/ili hemijskih procesa, čija dominantnost zavisi od preovlađujućih ekoloških determinanti. Da bi se osigurala neophodna bezbednost i adekvatan kvalitet, efikasna kontrola lanca hrane (proizvodnja, transport, distribucija i skladištenje u maloprodajnim objektima i kućnim frižiderima) je od suštinskog značaja. Drugim rečima, lanac proizvodnje hrane mora pružati adekvatne dokaze o sledljivosti svih ulaznih sirovina i proizvodnih procesa do krajnjeg korisnika (Vesković-Moračanin i dr., 2014b).

Savremene tehnologije, implementirane u postupke prerade hrane i mikrobiološki standardi bezbednosti hrane dovode do umanjene, ali ne i sasvim eliminisane, verovatnoće nastanka bolesti, koje su povezane sa hranom, i pojavu kvara proizvoda u industrijalizovanim zemljama. Povećanje potrošnje sveže, termički netretirane ili minimalno obrađene hrane, kao i uvoz sirovih namirnica iz zemalja u razvoju, predstavljaju glavne razloge nastanka ovakvih situacija.

Svetska zdravstvena organizacija (WHO, 2007) procenjuje da 70% od oko 1,5 milijardi registrovanih dijareja je uzorkovano biološki kontaminiranom hranom. Podaci ukazuju da je u Evropi morbiditet usled trovanja hranom na drugom mestu, odmah posle respiratornih bolesti, sa procenom da se godišnje registruje 50.000–300.000 slučajeva akutnog gastroenteritisa na milion stanovnika (Luchansky, 1999). Ovaj trend je predstavljen i u sedmom izveštaju Kancelarije za hranu i veterinu (FVO – Food and Veterinary Office) za Evropu, tokom petogodišnjeg perioda (1993–1998), u kome se konstatuje da je u 5.517 slučajeva trovanja hranom u Španiji, registrovano 69.553 obolela, pri čemu je 6.820 hospitalizovano (Schmidt i Tirado, 2001). U izveštajima Evropske agencije za bezbednost hrane (EFSA – European Food Safety Authority) za 2009. godinu se tvrdi da su u Evropskoj uniji infekcije hranom najčešće izazvane sa *Campylobacter* spp., *Salmonella* spp., *Listeria monocytogenes* i virusima

(EFSA, 2011a). Oni su izvestili da od ovih patogena svake godine oboli preko 380.000 građana EU (EFSA, 2011), ali je stvarni broj, verovatno, mnogo veći (EFSA, 2012).

Od akutnog gastroenteritisa u SAD godišnje oboli 250 do 350 miliona ljudi, pri čemu umre više od 500 ljudi. Smatra se da oko 22–30% ovih slučajeva ima direktne veze sa konzumiranjem hrane (najčešće je u pitanju meso, živinsko meso, jaja, plodovi mora i mlečni proizvodi), koja je kontaminirana patogenima (Mead i dr., 1999).

Očuvati bezbednost hrane nije nov izazov. To je bilo u fokusu WHO/FAO decenijama i to je tako i danas (FAO, 2011). Bezbednost hrane je takođe jedan od izazova definisanih u programu Horizon 2020.

Uprkos primeni savremenih tehnologija, dobre proizvođačke prakse, kontrole kvaliteta i pratećih sistema bezbednosti hrane, kao što su koncepti procene rizika i HACCP, registrovani broj bolesti koje se prenose hranom i alimentarna trovanja su se povećala tokom protekle decenije.

Tradicionalnim postupcima zaštite hrane nastoji se da se osigura njena bezbednost primenom efikasnijih hemijskih konzervanasa ili, pak, primenom drastičnijih fizičkih tretmana tokom procesa proizvodnje, na primer, visokih temperatura. Međutim, uočeno je da ova vrsta rešenja ima dosta nedostataka: dokazana je toksičnost mnogih, najčešće, primenjivanih hemijskih konzervanasa (nitriti), uočena je promena senzornih i nutritivnih svojstava hrane usled primene povišenih temperatura; istovremeno, zahtevi potrošača usmerili su se ka novim trendovima u potrošnji hrane – apsolutno bezbedne, ali minimalno prerađene, bez dodatnih aditiva.

S druge strane, savremeni način proizvodnje i prerade hrane zasniva se na primeni različitih vidova zaštitnih tehnologija koje imaju za cilj da osiguraju i očuvaju zdravstvenu bezbednost proizvoda kao i prihvatljiv, i pri tome, nepromenjen kvalitet od momenta proizvodnje do momenta konzumiranja (Vesković-Moračanin i dr., 2011a; Vesković-Moračanin, 2012; Vesković-Moračanin i dr., 2014a). Ovaj koncept je predmet mnogih rasprava, ne samo u zemljama u razvoju (gde su razvoj i primena ovih tehnologija neophodni), već i u industrijalizovanim delovima sveta.

Najveći izazovi za današnju industriju hrane predstavljaju nastojanja da se: a) smanje ekonomski gubici do kojih dolazi usled kvara hrane, b) snizi cena procesa proizvodnje hrane, c) smanje mogućnosti prenošenja patogenih mikroorganizama, i d) da se zadovolje rastuće potrebe potrošača za hranom spremnom za neposrednu upotrebu koja je svežeg

ukusa, visoke hranjive i vitaminske vrednosti i koja je, uz to, minimalno prerađena i tretirana konzervansima.

Globalizacija tržišta hrane, uvođenje „nove hrane“ (*novel foods*) i novih proizvodnih procesa, kao i rastuća potražnja za minimalno obrađenom, „sveže sečenom“ (*fresh-cut*) i „hranom spremnom za jelo“ (*ready-to-eat foods*), zahteva duže i složenije lance hrane, čime se povećava rizik od mikrobiološke kontaminacije.

Od svih alternativnih tehnologija očuvanja hrane, posebna pažnja je posvećena postupcima biokonzervisanja koji utiču da se produži rok trajanja hrane, da se poboljša njen higijenski status, eliminiše mogućnost smanjenja nutritivnih i organoleptičkih svojstava prehrambenih proizvoda. Biološkim metodama konzervisanja hrane nastoji se da se racionalno iskoriste antimikrobni potencijali prirodno prisutnih mikroorganizama u hrani i/ili njihovih metabolita, što ima dugu tradiciju primene. Postupak biokonzervisanja hrane može se definisati kao produženje roka upotrebe i bezbednosti hrane primenom prirodno prisutnih ili kontrolisano dodatih mikroorganizama i/ili njihovih antimikrobnih jedinjenja (Stiles, 1996; Gálvez i dr., 2007; Olaoye i Ntuen, 2011).

### Prirodna antimikrobna jedinjenja u funkciji očuvanja bezbednosti hrane

Uprkos postojanju široke lepeze raspoloživih tehnika očuvanja bezbednosti hrane (na primer, zamrzavanje, sterilizacija, sušenje, upotreba konzervanasa i sl.), problemi kvarenja hrane i trovanja, prouzrokovanih mikroorganizmima, još uvek se ne nalaze pod adekvatnom kontrolom. S druge strane, proizvođači hrane imaju sve veću potrebu za primenom blažih režima za očuvanje bezbednosti i kvaliteta hrane, a koja su u skladu sa zahtevima potrošača da hrana zadrži svoj prirodni izgled i izvorna hranljiva svojstva, što se primenom jačih režima obrade, uglavnom, gubi. Pored toga, potrošači sve više odbijaju kupovinu i konzumiranje hrane koja je pripremljena sa konzervansima hemijskog porekla, što je i dalje svakodnevna proizvodna praksa, kojom se postiže dovoljno dug rok upotrebe tretiranih proizvoda, kao i visok stepen sigurnosti u odnosu na patogene mikroorganizme koji se prenose hranom (Vesković-Moračanin i dr., 2011b; Vesković Moračanin, 2012; Vesković-Moračanin i dr., 2014a).

U mnogim zemljama širom sveta rapidno raste interes za primenom prirodnih antimikrobnih jedinjenja koja imaju konzervišući efekat u procesima očuvanja bezbednosti hrane. Tradicionalne tehnike

često imaju neželjeno dejstvo na konačna senzorska svojstva prehrambenih proizvoda, dok je primena veštačkih konzervanasa postala izuzetno nepopularna. Kao posledica toga, poslednjih godina se na tržištu, veoma često, pojavljuje razna sveža ili minimalno obrađena hrana, prvenstveno povrće, koja je pretrpela blaže konzervišuće tretmane, poput kombinacije primene nižih temperatura čuvanja (temperatura frižidera) i pakovanja u modifikovanoj atmosferi gasova. Blagi tretmani konzervisanja hrane mogu, u izvesnoj meri, da kontrolišu (inhibiraju) procese nastanka mikrobiološkog kvara proizvoda, prvenstveno zato što su deo koncepta „teorija prepreka“ (Leistner, 2000). S druge strane, očigledno je da potencijalne opasnosti u vezi sa bezbednošću hrane rastu sa primenom blagih zaštitnih tretmana zbog mogućnosti preživljavanja i rasta pojedinih patogenih mikroorganizama, koji su česti uzročnici trovanja izazvanih hranom. Od posebnog značaja su psihrotrofni patogeni mikroorganizmi, kao što su *Listeria monocytogenes*, *Yersinia enterocolitica* i *Aeromonas hydrophila*, čiji broj može porasti do veoma rizičnog nivoa, tokom perioda skladištenja namirnica na nižim temperaturama čuvanja, tj. na temperaturi frižidera. Mezofilni patogeni mikroorganizmi, poput *Salmonella* spp., *Staphylococcus aureus*, enterohemoragični sojevi *E. coli* i *Bacillus cereus*, predstavljaju izuzetnu opasnost po zdravlje ljudi, koja naročito dolazi do izražaja kada se preporučene temperature čuvanja hrane ne poštuju, tj. kada je hladni lanac čuvanja hrane, u nekom svom delu, narušen. Zbog svega toga postoji hitna potreba za uvođenjem dodatnih zaštitnih faktora u procese konzervisanja hrane.

Hemijske supstance, kao što su sorbati, benzoati i sl., predstavljaju pouzdane faktore u procesima konzervisanja hrane, jer imaju jak antimikrobni efekat i kao takve kontrolišu veliki broj mikrobioloških hazarda. Međutim, ova jedinjenja ne zadovoljavaju koncept prirodne i zdrave hrane na kome insistiraju potrošači, koji, samim tim, mora da poštuje i prehrambena industrija. Negativan stav u odnosu na primenu hemijskih konzervanasa u našem društvu stalno raste, uprkos činjenici da su takva jedinjenja i dalje neophodna tokom procesa prerade hrane. Kao rezultat toga, zamena hemijskih konzervanasa prirodnim antimikrobnim jedinjenjima je relevantna alternativa u slučajevima kada je to neophodno (tj. kada hemijske alternative nisu prihvatljive) i moguće (tj. kada su prirodne zamene dokazano bezbedne za upotrebu i pri tome efikasne u praksi). Ove prirodne alternative konzervisanja hrane predstavljaju logičan pristup postupcima zaštite hrane, jer se u biogeosferi nalazi vrlo veliki izvor antimikrobnih jedinjenja, od kojih mnoga imaju

važnu ulogu u odbrambenim ili konkurentnim sistemima živih organizama (u rasponu od mikroorganizama do insekata, životinja i biljaka) (Vesković i Đukić, 2015).

Začini, aromatično bilje, kao i mnoge druge biljke i/ili njihovi ekstrakti predstavljaju dobro poznate inhibitore rasta bakterija, kvasaca i plesni i tradicionalno nalaze široku primenu u očuvanju hrane, kao i za medicinske svrhe. Često se nazivaju „zeleno hemikalije“ i predstavljaju glavne nosioce procesa biokonzervisanja (Vesković i Đukić, 2015).

Pored toga, u procesima fermentacije i biološke zaštite hrane, upotreba bakterija mlečne kiseline (BMK) ima dugu tradiciju i nezamenljivo mesto. Potencijalna produkcija bakteriocina iz bakteriocin-produkujućih sojeva BMK predstavlja naročito značajnu biokonzervišuću komponentu. (Cleveland i dr., 2001; De Vuyst i Leroy, 2007).

### Najvažniji biološki aktivni metaboliti biljaka

Biljni metaboliti kojima se pripisuje terapijsko i profilaktično delovanje predstavljaju manje ili više hemijski složena organska jedinjenja, koja u vidu biološkog kompleksa ispoljavaju dati efekat (Sarić, 1989; Milošević-Ifantis, 2013; Vesković i Đukić, 2015).

Do sada je identifikovano i izolovano više hiljada različitih sekundarnih metabolita biljaka, koji ispoljavaju raznovrsnu biološku aktivnost: antioksidativnu, antiinflamatornu, antimutagenu,

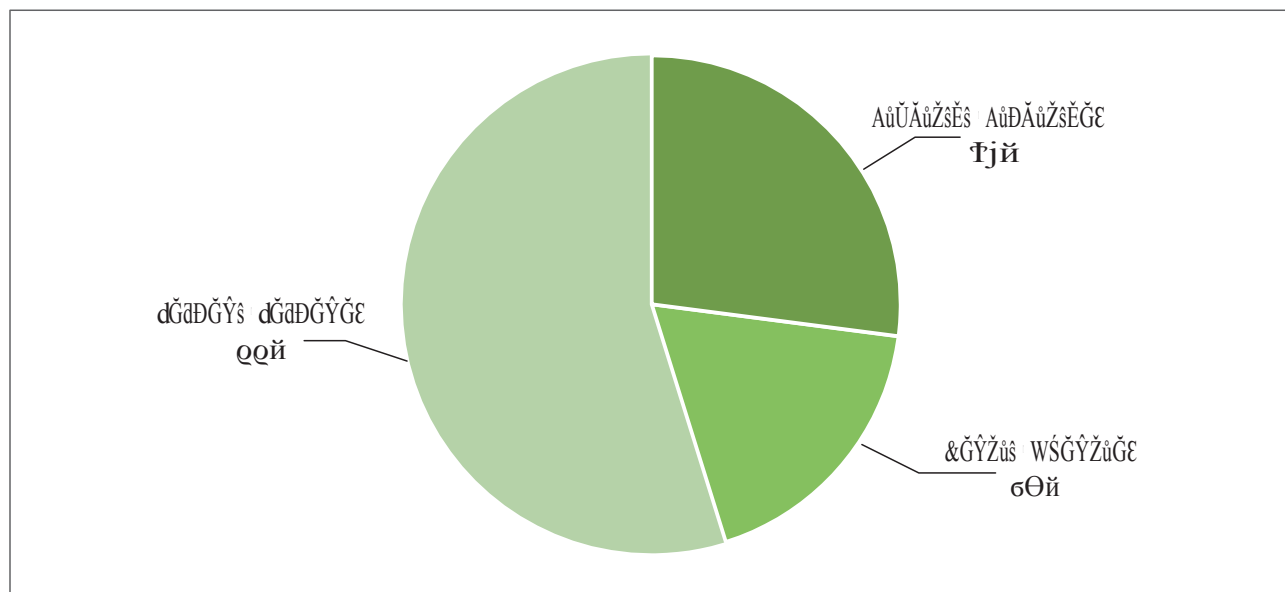
antikancerogenu i antimikrobnu aktivnost (Luo i dr., 2004). Osnovne grupe sekundarnih metabolita i procenat njihove zastupljenosti dati su na figuri 1.

Tradicionalna upotreba, prvenstveno lekovitog bilja, kako u prevenciji i terapiji različitih oboljenja, tako i svojstva začina, doprinela je poslednjih decenija sve većoj popularizaciji koncepta „funkcionalne“ hrane koja, pored nutritivnih, poseduje i lekovita svojstva.

Generalno, smatra se da postoji pet osnovnih mehanizma dejstva prirodnog proizvoda na ćeliju mikroorganizma: a) dezintegracija citoplazmatične membrane, b) destabilizacija prolaska protona kroz ćelijsku membranu, c) protok elektrona, d) aktivni transport i e) koagulacija ćelijskog sadržaja (Milošević-Ifantis, 2013).

Najvažniji mehanizmi delovanja sekundarnih biljnih metabolita prikazani su u tabeli 1.

U industriji hrane sve više se raspravlja o potencijalnoj primeni biljnih ekstrakata. Naročito značajnim smatraju se pozitivni rezultati dobijeni tokom procesa dekontaminacije mesa i u postupcima konzervisanja hrane (Kurćubić i dr., 2012, Kurćubić i dr., 2012a; Kurćubić i dr., 2013). Da bi se procenila potencijalna primena etarskog ulja endemske biljke *Kitaibelia vitifolia* u farmaceutskoj i prehrambenoj industriji vršena su ispitivanja njene antimikrobne i antioksidativne aktivnosti (Mašković i dr., 2012). Upotrebom odgovarajuće analitičke tehnike (GC/FID i GC/MS) određene su najvažnije komponente esencijalnog ulja ove biljke (grafikon 1): sklareol-oksidi (cis A/B) – 17,9%,

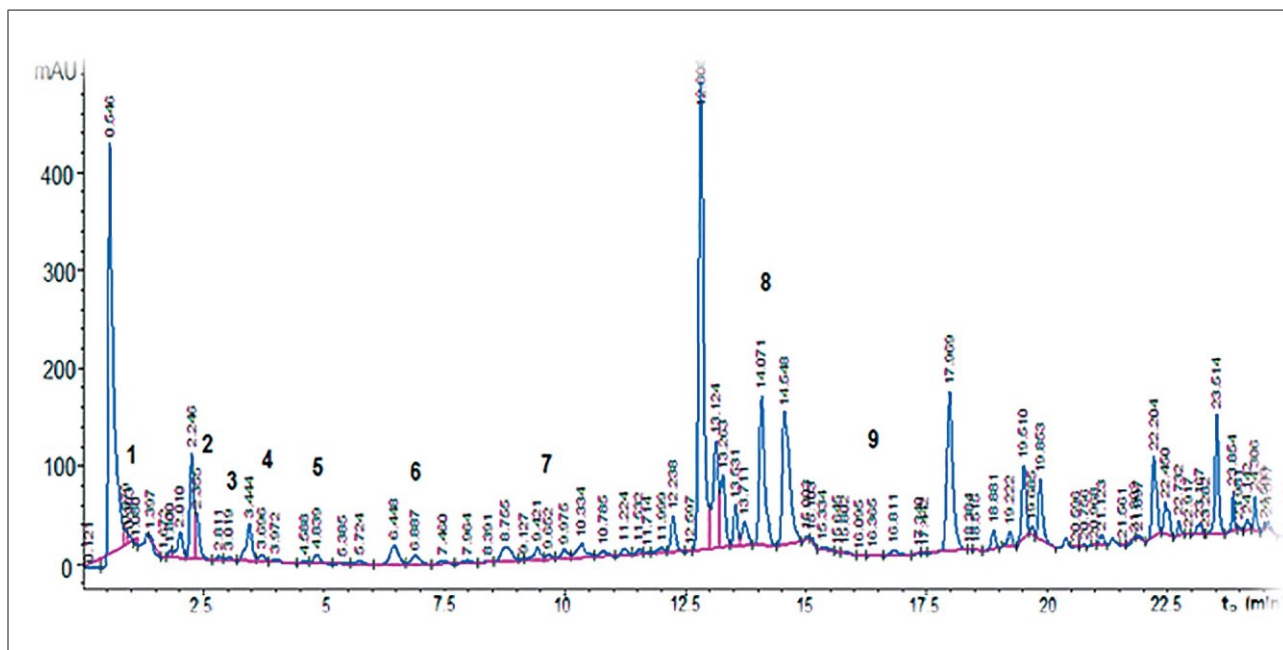


**Figura 1.** Osnovne grupe sekundarnih metabolita biljaka i njihova zastupljenost (%) (Vesković i Đukić, 2015)

**Figure 1.** The main groups of secondary metabolites of plants and their representation (%) (Vesković and Đukić, 2015)

**Tabela 1.** Neke grupe prirodnih jedinjenja sa mehanizmima njihovog delovanja (*Vesković i Đukić, 2015*)  
**Table 1.** Some groups of natural compounds with mechanisms of their action (*Vesković and Đukić, 2015*)

Grupa/ Group	Podgrupa/ Subgroup	Jedinjenje/ Compound	Mehanizam/ Mechanism
<b>Fenoli/ Phenols</b>	<b>Obični fenoli/Regular phenols</b>	<i>Katehol/Catechol</i>	Smanjenje supstrata/Substrate reduction.
		<i>Epikatehin/ Epicatechin</i>	
	<b>Fenolne kiseline/ Phenolic acids</b>	<i>Cinaminska kis./ Cinnamic acid</i>	Narušavanje membrane/Violation of the membrane.
	<b>Hinoni/Quinones</b>	<i>Hipericin/ Hypericin</i>	Nije utvrđena/Not determined.
	<b>Flavonoidi/ Flavonoides</b>	<i>Hrisin</i> –	Kompleks sa ćelijskom membranom/Complex with cell membrane; Inaktivacija enzima/Enzyme inactivation.
	<b>Flavoni/Flavones</b>	<i>Abisinon</i>	Adheziono vezivanje/Adhesive bonding; Ćelijsko-membranski kompleks/Cell-membrane complex.
	<b>Flavonoli/Flavonols</b> <b>Tanini/Tannins</b>	<i>Totarol</i> <i>Elagitanin</i>	Inaktivacija enzima/Enzyme inactivation; Reverzna inhibicija HIV transkriptaze/Hiv transcriptase reverse inhibition. Nije utvrđena/Not determined.
<b>Kumarini/Coumarins</b>	<i>Varfarin</i>	Vezivanje za proteine/Bonding to proteins; Vezivanje za adheziju/Bonding to adhesion; Inhibicija enzima/Enzyme inhibition; Smanjenje supstrata/Substrate reduction; Kompleks sa ćelijskom membranom/Complex with cell membrane; Narušavanje ćelijske membrane/Violation of the cell membrane; Stvaranje „metal-jon“ kompleksa/Creation of „metal-ion“ complex.  Interakcija sa eukariotskom DNA, (antivirusna aktivnost)/Interaction with eukaryotic DNA, (antiviral activity)	
<b>Terpenoidi i esencijalna ulja/ Terpenoids and essential oils</b>	<i>Kapsaicin</i>		Narušavanje ćelijske membrane/Violation of the cell membrane.
<b>Alkaloidi/ Alkaloids</b>	<i>Berberin</i> <i>Piperin</i>		Interakcija sa ćelijskim zidom i/ili DNK/ Interaction with the cell wall and /or DNA.
	<i>Manozo-specifični aglutinin</i>		Blokiranje virusne fuzije ili adsorpcije/ Blocking viral fusion or adsorption.
<b>Lektini i polipeptidi/ Lectins and polypeptides</b>	<i>Falksatin</i>		Formiranje bisulfidnih veza/The formation of disulfide bonds.



**Grafikon 1.** Hromatogram etanolnog ekstrakta biljke *Kitaibelia vitifolia* (Mašković i dr., 2012)

**Graph 1.** The chromatogram of the ethanol extract *Kitaibelia vitifolia* (Mašković et al., 2012)

**Legenda/Legend:** Zabeleženi pikovi su ekvivalentni: 1 = galna kiselina, 2 = p-hidroksi-benzoeva kiselina, 3 = kofeinska kiselina, 4 = hlorogena kiselina, 5 = siringinska kiselina, 6 = p-kumarna kiselina, 7 = ferulinska kiselina, 8 = rozmarinska kiselina i 9 = kvercetin/ Observed peaks were equivalent to: 1 = gallic acid, 2 = p-hydroxy-benzoic acid, 3 = caffeic acid, 4 = chlorogenic acid; 5 = syringic acid, 6 = p-coumaric acid, 7 = ferulic acid, 8 = rosmarinic acid and 9 = quercetin

sklaral – 10,9%, lambda-7, 13, 14-trien – 10,6% i sklareol – 9,5%) i jaka antibakterijska aktivnost u odnosu na *Staphylococcus aureus* ATCC 25923, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Escherichia coli* ATCC 25922, *Proteus vulgaris* ATCC 13315, *Proteus mirabilis* ATCC 14153, *Bacillus subtilis* ATCC 6633, kao i na neke vrste gljiva: *Candida albicans* ATCC 10231 i *Aspergillus niger* ATCC 16404. Takođe, utvrđena je i jaka antioksidativna aktivnost esencijalnog ulja ove biljke.

Naročito značajnim se smatraju istraživanja koja su imala za cilj da utvrde mogućnost primene bioaktivnih fenolnih i flavonoidnih sastojaka poreklom iz etanolnog ekstrakta biljke *Kitaibelia vitifolia* u proizvodnji fermentisanih suvih kobasica, i to kao alternativa dodavanju nitrita (Tehničko rešenje III, 2012; Kurćubić i dr., 2014b). Istraživanja su dala doprinos unapređenju roka trajanja i bezbednosti kobasica, ali i određenoj dobrobiti zdravlju potrošača. Optimalna efektivna koncentracija dodatog ekstrakta od 12,5 g/kg mesnog testa ispoljavala je snažnu antioksidativnu i umerenu antimikrobnu aktivnost (u odnosu na *E. coli*), dok su same kobasice imale tipične fizičko-hemijske karakteristike (Okanović i dr., 2013; Kurćubić i dr.,

2014a), čak i tokom produženog roka njihovog čuvanja (Kurćubić i dr., 2014b).

Polifenoli poreklom iz etanolnog ekstrakta endemske biljke *Kitaibelia vitifolia* primenjivani su i tokom proizvodnje pirotskog kačkavalja. Rezultati ispitivanja su pokazali da je sir sa dodatim ekstraktom imao više ocene pri senzornom ispitivanju u odnosu na uzorke kontrolne grupe. Statistički značajne razlike ( $P < 0,05$ ) su zapažene u sadržaju vlage i suve materije, dok se ostali fizičko-hemijski parametri nisu značajno razlikovali (Kurćubić i dr., 2015). Dobijeni rezultati dali su preporuku za iznalaženje daljih mogućnosti primene biljnih ekstrakata u proizvodnji sira (Kurćubić i dr., 2014c).

Pored poznatih prirodnih antimikrobnih jedinjenja, izolovanih iz biljaka (organske kiseline, fenoli), danas se sve više ispituje mogućnost upotrebe eteričnih ulja iz začina, aromatičnih i drugih biljaka. Takva esencijalna ulja se sastoje od mešavina estara, aldehida, ketona, terpena i poseduju široki spektar antimikrobne aktivnosti (Milošević-Ifantis, 2013).

Vekovima je poznat antimikrobni efekat belog luka (Đukić i Mandić, 1998). Veoma često se u običnom životu smatra najjačim „prirodnim antibiotikom“. Najvažniji nosilac ove antimikrobne

aktivnosti je alicin, nepostojana supstanca izdvojena iz belog luka 1944. godine. Njegov antimikrobni efekat je ustanovljen čak i u razblaženju 1 : 85.000 do 1 : 125.000 u odnosu na neke Gram-pozitivne i Gram-negativne bakterije (stafilokoke, streptokoke, bacile tifusa, dizenterije i kolere). Naročito značajnim se smatra dejstvo alicina na određene mikroorganizme otporne na antibiotike (virus SARS-a, AIDS-a, metilcilin rezistentni *Staphylococcus aureus* itd.).

Takođe, beli luk sprečava razvoj toksinogenih plesni i *Salmonella* spp. u pastrmi, koja je u islamskim zemljama veoma cenjeni proizvod od junećeg mesa u sirovom stanju, i koji je, u isto vreme, stabilan na temperaturi ambijenta. U jednom broju zemalja u razvoju (Tajland, Indija) uobičajene su jako začinjene namirnice što, verovatno, doprinosi sprečavanju razvoja mikroorganizama zagađivača hrane. Do danas je otkriveno, čak, na hiljade antimikrobnih supstanci u biljkama, naročito u začinskom bilju i začinicima, koji su pokazali pozitivan efekat u odnosu na truležne i patogene mikroorganizme. Nesumnjivo da je korist od antimikrobnih jedinjenja začina i biljaka, u zemljama sa toplom klimom i sa začinjenom hranom, velika.

S druge strane, u prehrambenoj industriji zapadnih zemalja preovladava mišljenje da su antimikrobna svojstva začina i biljaka samo ograničene vrednosti, jer ih treba dodati u suviše velikoj količini da bi se dobili pozitivni rezultati. Razvojem savremenih postupaka ekstrakcije i mogućnosti koncentrovanja ovih jedinjenja, isti predstavljaju nove preduslove primene u proizvodnji bezbedne hrane. Međutim, samo supstance sa dokazanim GRAS-statusom („*Generally regarded as safe*“ – supstance generalno prihvaćene kao sigurne) mogu naći svoju primenu u prehrambenoj industriji.

Isti efekti se mogu postići i sa antimikrobnim supstancama životinjskog porekla, kao što su med, mleč, propolis, polen, lizozim, avidin, sistem laktoperoksidaze i slično, od kojih su se neke pokazale kao veoma korisne antimikrobne supstance kod izvesnog broja namirnica. Ispitujući uticaj meda, mleča, propolisa i polena na neke patogene mikroorganizme (*Staphylococcus aureus*, *E. coli*, *Proteus* spp., *Salmonella* spp., *Streptococcus haemolyticus* A, *Streptococcus haemolyticus* B, *Bacillus subtilis*, *Candida* spp.) utvrđeno je da su med i mleč, mleč i propolis, zajedno, inhibirali rast svih ispitivanih mikroorganizama, izuzev enterobakterija i kandidate, dok je alkoholni ekstrakt propolisa ispoljio efekat na *Bacillus subtilis*, *Streptococcus haemolyticus* B i *Candida* spp., a zasićeni rastvor polena samo na *Bacillus subtilis* (Đukić i Mandić, 1998).

## Antimikrobna aktivnost bakterija mlečne kiseline i njihovih bakteriocina

Jedan od najuobičajenijih vidova biološkog konzervisanja hrane je fermentacija, proces zasnovan na rastu i aktivnosti mikroorganizama u hrani, bilo prirodno prisutnih ili dodatih. Ovi organizmi se uglavnom sastoje od bakterija mlečne kiseline (BMK), koje proizvode organske kiseline i druga jedinjenja koja, pored antimikrobnih osobina, takođe utiču na stvaranje jedinstvenog ukusa i teksture prehrambenih proizvoda. Tradicionalno, veliki broj namirnica je zaštićen od kvarenja prirodnim procesima fermentacije. Trenutno, fermentisana hrana ima značajan stepen popularnosti u ishrani stanovništva. Smatra se da je, još pre više od 30 godina, 60% ishrane u industrijski razvijenim zemljama pripadalo ovom tipu hrane (*Holzappel i dr.*, 1995). Da bi se osigurao konstantan kvalitet i bezbednost proizvoda vrši se dodavanje naročito selekcionisanih mikroorganizama (starter/zaštitne kulture) u sirovu hranu, kao supstrat, čime se kod gotovog proizvoda unapređuju organoleptička svojstva i doprinosi bezbednosti.

Saznanja vezana za produkciju bakteriocina predstavljaju važan momenat u biološkoj zaštiti hrane, s obzirom na to da njihova primena omogućava bakteriocidni ili bakteriostatski efekat na određene štetne mikroorganizme, koji se sa njima nalaze u istim ekološkim nišama ili koriste iste izvore energije.

Produkcija bakteriocina predstavlja prirodnu prednost ćelije, s obzirom da sintetisani peptidi/proteini mogu uništiti ili inhibirati rast ostalih bakterija koje su sa njom u kompeticiji za iste ekološke niše ili za iste hranljive materije. Ova uloga je podržana činjenicom da mnogi bakteriocini imaju usku vezu sa ćelijom domaćina, kao i da su mnogo efikasniji protiv bakterija koje konkurišu za iste deficitne materije. Iako bakteriocine proizvode mnoge Gram-pozitivne i Gram-negativne bakterije, bakteriocini proizvedeni od strane BMK predstavljaju najveći interes za prehrambenu industriju.

Bakteriocini BMK pokazuju izraženu antibakterijsku aktivnost u odnosu na Gram-pozitivne bakterije (*De Vuyst i Vandamme*, 1994; *Diep i Nes*, 2002), dok dejstvo u odnosu na Gram-negativne bakterije, u uobičajenim okolnostima, nije zabeleženo (*Messens i De Vuyst*, 2002). Antilisterijski efekat bakteriocina BMK se smatra naročito značajnim sa aspekta bezbednosti hrane (*Čaklović i dr.*, 2005; *Drosinos i dr.*, 2006). Takođe, većina bakteriocin-produkujućih vrsta BMK su prirodni izolati, što ih čini idealno pogodnim za primenu u industriji hrane (*Vesković*, 2009; *Deegan i dr.*, 2006; *Vesković-Moračanin*, 2010a).

Najbolje proučen i, ujedno, najviše primenjan bakteriocin je nizin, izolovan iz *Lactococcus lactis* spp. *lactis*. Prvi put se na tržištu u Engleskoj pojavio 1953. godine, dok se sa njegovom intenzivnom primenom započelo 1957. godine u proizvodnji sira (Chevalier i dr., 1957). Danas se nizin upotrebljava u 48 zemalja sveta jer je 1969. godine registrovan kao dozvoljeni aditiv u hrani (E-234) od strane Joint Food and Agriculture Organization/World Health Organization (FAO/WHO), Expert Committee on Food Additives. Dominantno se koristi u proizvodnji konzervisane hrane i proizvoda od mleka. Naročito je efikasan u proizvodnji sireva i sirnih namaza kao prirodni antimikrobni faktor u borbi protiv termorezistentnih sporegenih bakterija. Poseban značaj nizin ima u prevenciji *Clostridium botulinum* koji može dovesti do drastičnih zdravstvenih posledica usled produkcije toksina (Cotter i dr., 2013).

Postoji i nekoliko drugih izolovanih bakteriocina koji su prilagođeni za komercijalnu upotrebu i koji su opisani u naučnoj literaturi, kao što su pediocin PA-1/AcH, lakticin 3147, lakticin 481, enterocin AS-48, variocin, itd. (Deegan i dr., 2006; Settanni i Corsetti, 2008).

U našoj industriji mesa vršena su ispitivanja radi potencijalne primene bakteriocina iz BMK producenata, koje su izolovane iz domaćih autohtonih proizvoda od mesa (Kožačinski i dr., 2005; Drosinos i dr., 2006; Vesković-Moračanin, 2007; Vesković, 2009; Vesković-Moračanin i dr., 2010b;

Vesković-Moračanin i dr., 2011b; Tehničko rešenje I i II, 2011; Vesković-Moračanin i dr., 2013).

## Zaključak

Nužnost uvođenja prirodnih antimikrobnih jedinjenja u procese konzervisanja hrane je naglašena od strane mnogih subjekata iz agroindustrije, zakonodavnih tela i potrošačkih organizacija. Mogućnost je podržana od strane mnogih studija obavljenih od strane prehrambenih stručnjaka. Jasno je, takođe, da prirodne alternative nisu uvek efikasne kao postojeće hemijske supstance, kao i da inteligentna i kombinovana primena može biti preduslov za optimalnu funkcionalnost. Pre bilo kakve široke i komercijalne primene, prirodne alternativne materije moraju proći predviđene laboratorijske, industrijske i medicinske provere, moraju biti odobrene u zakonodavstvu datih zemalja, primerene etičkim shvatanjima i normama, s tim što nikada oznaku „prirodno“ ne treba mešati sa „inherentnom“, koja je svojstvena bezbednosti.

Rezimirajući dosadašnja iskustva u ovoj oblasti, nameće se zaključak da bi u narednom periodu bilo potrebno privući širu pažnju potrošača i intenzivnije promovisati primenu ovih prirodnih supstanci kao deo preventivnih mera u sprečavanju nastanka oboljenja izazvanih upotrebom kontaminirane hrane.

Primena biljnih ekstrakata, bakteriocina i bakteriocin-produkujućih mikroorganizama može biti interesantna i veoma poželjna s obzirom na to da je poverenje potrošača u hemijske konzervanse uveliko poljuljano, pa čak i dovedeno u pitanje.

## Literatura

- Chen H., Hoover D.G., 2003. Bacteriocins and their food applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 2003, 2, 82–100.
- Chevalier R., Fournaud J., Lefebvre E., Mocquot G., 1957. A novel technique for detection of inhibitory and stimulatory streptococci. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 2, 117–137.
- Cleveland J., Montville T. J., Nes I. F., Chikindas M. L., 2001. Bacteriocins: safe, natural antimicrobials for food preservation. *International Journal of Food Microbiology*, 71,1–20.
- Cotter P. D., Ross R. P., Hill C., 2013. Bacteriocins – a viable alternative to antibiotics? *Nature Reviews Microbiology*, 11 (2), 95–105.
- Čaklović F., Alagic D., Smajlović M., Kožačinski L., Željka C., Vesković Moračanin S., Gasparić Reichardt J., Zdolec N., 2005. Effect of selected LAB on *L. monocytogenes* during production of traditionally fermented sausages. Workshop for Dissemination of the Project Results, Research Project: “Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins”, Sarajevo, 10 November 2005. *Proceedings*, 72–83.
- De Vuyst L., Vandamme E., 1994. Nisin, a lantibiotic produced by *Lactococcus lactis* subsp. *lactis*: properties, biosynthesis, fermentation and applications. In: De Vuyst L., Vandamme E (Eds.). *Bacteriocins of lactic acid bacteria: Bacteriocins of Lactic Acid Bacteria: Microbiology, Genetics and Applications*, London, 151–221.
- De Vuyst L., Leroy F., 2007. Bacteriocins from lactic acid bacteria: production, purification, and food applications. *Journal of Molecular Microbiology and Biotechnology*, 13, 194–199.
- Deegan L. H., Cotter P. D., Hill C., Ross P., 2006. Bacteriocins: biological tools for bio-preservation and shelf-life extension. *International Dairy Journal*, 16, 1058–1071.
- Diep D. B., Nes I. F., 2002. Ribosomally synthesized antibacterial peptides in Gram-positive bacteria. *Current Drug Targets* 3, 107–122.



- Drosinos E. H., Mataragas M., Vesković-Moračanin S., Gasparik-Reichardt J., Hadžiosmanović M., Alagić D., 2006.** Quantifying nonthermal inactivation of *Listeria monocytogenes* in European fermented sausages using bacteriocinogenic lactic acid bacteria or their bacteriocins: A case study for risk assessment. *Journal of Food Protection*, 69, 2648–2663.
- Dukić D., Mandić L., 1998.** Neke prirodne bioaktivne materije u funkciji kontrole mikrobiološke aktivnosti. Dani mikrobiologa Jugoslavije, Igalo, 17–19 jun 1998, Knjiga abstrakata, 8.
- Dukić D., Sbutega-Milošević G., Škrinjar M., 2008.** Aeromikrobiologija, Budućnost, Novi Sad, 91–99.
- Dukić D., Jemcević V. T., Mandić L., 2011.** Sanitarna mikrobiologija zemljišta, Budućnost, Novi Sad: 502.
- Dukić D., Vesković Moračanin S., Mandić L., Atanasković J., 2014.** The quality of non-carbonated non-alcoholic beverages during the shelf life. *Journal of Hygienic Engineering and Design*, 6, 130–136.
- EFSA, 2011a.** The European Union Summary Report on Trends and Sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2009, *EFSA Journal*, 9 (3), 2090.
- EFSA, 2011.** EU summary report on antimicrobial resistance in zoonotic and indicator bacteria from humans, animals and food. *EFSA Journal*, 9, 7, 2154.
- EFSA, 2012.** Scientific report of EFSA and ECDC. The European Union Summary Report on Trends and sources of Zoonoses, Zoonotic Agents and Food-borne Outbreaks in 2010. *EFSA Journal*, 10, 3, 2579.
- FAO, 2011.** **FAO in the 21st century:** Ensuring food security in a changing world; <http://www.fao.org/docrep/015/i2307e/i2307e.pdf>; accessed 10.03.2015.
- Gálvez A., Abriouel H., López R. L., Omarn B., 2007.** Bacteriocin-based strategies for food biopreservation, *International Journal of Food Microbiology*, 120, 51–70.
- Holzappel W., Geisen R., Schillinger U., 1995.** Biological preservation of foods with reference to protective cultures, bacteriocins and food-grade enzymes. *International Journal of Food Microbiology*, 24, 343–362. <http://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/en/h2020-section/societal-challenges>; accessed 10.03.2015.
- Kozačinski L., Zdolec N., Gasparik Reichardt J., Alagić D., Vesković Moračanin S., Hadžiosmanović M., Cvrtić Ž., Filipović I., 2005.** Influence of bacteriocins on characteristics and safety of traditionally fermented sausages. Workshop for Dissemination of the Project Results, Research Project: “Safety of traditional fermented sausages: Research on protective cultures and bacteriocins”, Sarajevo, 10 November 2005. *Proceedings*, 84–103.
- Kurčubić V., Mašković P., Vesković Moračanin S., Pantović J., Rakonjac S., Mladenović J., Radojković M., 2012.** Influence of the herb extract on inhibition of beef meat spoilage – potential source of natural preservative – 6th Central European Congress on Food, CEFood 2012, 23–26 May 2012, *Proceedings*, 553–558.
- Kurčubić V., Mašković P., Vesković Moračanin S., Turubatović L., 2012a.** Ekstrakti biljaka kao dekontaminanti mesa i konzervansi proizvoda od mesa, XVII Savetovanje o biotehnologiji, sa međunarodnim učešćem, Čačak, 6–7. april 2012. *Zbornik radova*, 17, 19, 357–362.
- Kurčubić V., Mašković P., Vesković Moračanin S., Turubatović L., 2013.** Herb Extracts: Sources of Antioxidants and Antimicrobials, *International 57th Meat Industry Conference*, Belgrade, 10–12 June, 2013, *Proceedings*, 267–270.
- Kurčubić V., Mašković P., Karan D., Vesković-Moračanin S., Okanović Đ., Lilić S., Džinić N., 2014a.** Sensory properties of sausage fortified by *Kitaibelia vitifolia* extract. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 25, 1, 16–19.
- Kurčubić V., Mašković P., Vujić J., Vranić D., Vesković-Moračanin S., Okanović Đ., Lilić S., 2014b.** Antioxidant and antimicrobial activity of *Kitaibelia vitifolia* extract as alternative to the added nitrite in fermented dry sausage. *Meat Science*, 97, 4, 459–467.
- Kurčubić V., Mašković P., Vesković-Moračanin S., 2014c.** Primena prirodnih antimikrobnih sastojaka u proizvodnji mlečnih proizvoda. *Zbornik radova XIX Savetovanja o biotehnologiji sa međunarodnim učešćem*, 7–8. maj 2014. godine, XIX 21, 251–257.
- Kurčubić V., Vujić J., Ilić M., Vranić D., Vesković-Moračanin S., Mašković P., 2015.** Effect of plant extracts *Kitaibelia vitifolia* on antioxidant activity, chemical characteristics, microbiological status and sensory properties of Pirotski kachkaval cheese. *Hemijaska industrija*, 69, 1, 85–93.
- Leistner, L., 2000.** Basic aspects of food preservation by hurdle technology. *International Journal of Food Microbiology*, 55, 1–3, 181–186.
- Luchansky J. B., 1999.** Overview on applications for bacteriocin-producing lactic acid bacteria and their bacteriocins. *Antonie van Leeuwenhoek*, 76, 335.
- Luo Y., Cai Q., Sun M., Corke H., 2004.** Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Science* 74, 2157–2184.
- Mašković P., Kurčubić V., Vesković-Moračanin S., Turubatović L., Vujić J., 2012.** Antimicrobial and antioxidant activities of essential oil of *Kitaibelia vitifolia* Willd., *Malvaceae*. 23rd international ICFMH Symposium FoodMicro 2012, Global Issues in Food Microbiology, 3–7 September 2012 Istanbul, Turkey. *Abstract Book*, 804.
- Mead P. S., Slutsker L., Dietz V., McCaig L. F., Bresee J. S., Shapiro C., Griffin P. M., Tauxe R. V., 1999.** Food-related illness and death in the United States. *Emerging Infectious Diseases*, 5, 5, 607–625.
- Messens W., De Vuyst L., 2002.** Inhibitory substances produced by Lactobacilli isolated from sourdoughs – a review. *International Journal of Microbiology*, 72, 1–2, 31–43.
- Milošević-Ifantis T., 2013.** Doktorska disertacija. Hemijski sastav i antimikrobna aktivnost nekih sekundarnih metabolita biljaka *Centaurea pannonica* (Heuffel), *Simunkai* (Asteraceae) i *Origanum scabrum* Boiss. & Heldr. (Lamiaceae). Prirodno-matematički fakultet, Univerzitet u Kragujevcu.
- Okanović Đ., Kurčubić V., Mašković P., Karan D., Lilić S., Vesković Moračanin S., Lukić M., 2013.** Sensory properties of dry fermented sausage enriched with extract of *Kitaibelia vitifolia*, 3rd International Congress “Engineering, environment and materials in processing industry”, Jahorina, 4–6 March 2013. Bosnia and Herzegovina, *Proceedings*, 281–286.
- Olaoye O. A., Ntuen I.G., 2011.** Spoilage and preservation of meat: a general appraisal and potential of lactic acid bacteria as biological preservatives. *International Research Journal of Biotechnology*, 2, 33–46.
- Sarić M., 1989.** Lekovite biljke S.R. Srbije. SANU, Beograd.

- Schmidt K., Tirado C., 2001.** WHO Surveillance Programme for Control of Foodborne Infections and Intoxications in Europe. 7<sup>th</sup> Report 1993–1998. BGVV– FAO/WHO Collaborating Centre for Research and Training in Food Hygiene and Zoonoses, Berlin. Tselentis, Y. 2003. Personal communications.
- Settanni L., Corsetti A., 2008.** Application of bacteriocins in vegetable food biopreservation. *International Journal of Food Microbiology*, 121, 123–138.
- Stiles M.E., 1996.** Biopreservation by lactic acid bacteria, *Antonie Van Leeuwenhoek*, 70 (2–4), 331–345.
- Tehničko rešenje I, 2011.** „UŽIČKA PLUS kobasica“ – Kobasica sa sopstvenom zaštitnom bakterijom – *Lactobacillus sakei*, Projekat TR 20127.
- Tehničko rešenje II, 2011.** „SREMSKA PLUS kobasica“ – Kobasica sa prirodnim bioprotektorima hrane – bakteriocinima, Projekat TR 20127.
- Tehničko rešenje III, 2012.** „Fermentisana suva kobasica sa dodatkom ekstrakta biljke *Kitabelia vitifolia* kao prirodnim antioksidansom i konzervansom“, Projekat III 46009.
- Vesković Moračanin S., 2007.** Uticaj *Lactobacillus sakei* I 151, bakteriocina *Leuconostoc mesenteroides* E 131 i MAP na održivost Sremske kobasice. Doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet Univerziteta u Beogradu.
- Vesković S., 2009.** Bakteriocini BMK – mogućnosti primene u proizvodnji fermentisanih kobasica, Monografija. Zadužbina Andrejević, Beograd, 87 str.
- Vesković Moračanin S., 2010a.** Bakteriocini BMK kao prirodni protektori hrane – mogućnosti primene u industriji mesa. *Tehnologija mesa*, 51 (1), 83–94.
- Vesković Moračanin S., Obradović D., Velebit B., Borović B., Škrinjar M., Turubatović L., 2010b.** Antimicrobial properties of indigenous *Lactobacillus sakei* strain. *Acta Veterinaria*, 60, 59–66.
- Vesković Moračanin S., Stefanović S., Turubatović L., 2011b.** Application of bioprotectors in meat industry. *Journal of food Hygienic Engineering and Design*, 1, 130–134.
- Vesković S., Stefanović S., Janković S., 2011a.** Insight in Food Safety – Chapter VIII – Veterinary drug residues, Series: Nutrition and Diet Research Progress, Public Health in the 21<sup>st</sup> Century.
- Vesković Moračanin S., 2012.** Uticaj faktora sredine na intenzitet antimikrobne aktivnosti bakteriocina. *Tehnologija mesa*, 53, 2, 157–165.
- Vesković Moračanin S., Turubatović L., Škrinjar M., Obradović D., 2013.** Antilisterial activity of bacteriocin Isolated from *Leuconostoc mesenteroides* subspecies *mesenteroides* IMAU:10231 in production of Sremska sausages (traditional Serbian sausage): Lactic acid bacteria isolation, bacteriocin identification, and meat application experiments. *Food Technology and Biotechnology*, 51, 2, 247–256.
- Vesković Moračanin S., Đukić D., Memiši N., 2014a.** Bacteriocins produced by lactic acid bacteria – A review. *Acta periodica technologica*, 45, 271–283.
- Vesković Moračanin S., Stefanović S., Šaponjić M., Đukić D., 2014b.** Primena sledljivosti u proizvodnji zlatarskog sira. *Tehnologija mesa*, 55, 2, 148–155.
- Vesković S., Đukić D., 2015.** Bioprotektori u proizvodnji hrane, Monografija, Agronomski fakultet, Čačak, 377.
- WHO, 2007.** Food safety and foodborne illness. Fact Sheet N°237. Available at [https://foodhygiene2010.files.wordpress.com/2010/06/who-food\\_safety\\_fact-sheet.pdf](https://foodhygiene2010.files.wordpress.com/2010/06/who-food_safety_fact-sheet.pdf)
- World Health Organization, 1969.** Specifications for identity and purity of some antibiotics. *Food Additives*, 69, 34, 53–67.

## Natural antimicrobial compounds and biopreservation of food

Vesković-Moračanin Slavica, Đukić Dragutin, Kurćubić Vladimir, Mašković Pavle, Ač Mira

*S u m m a r y:* Due to the high content of nutritional substances, large number of foodstuffs represents the ideal environment for microbial growth. Occurrence of spoilage and spoilage type depend on many factors such as microbial species and the intensity of their metabolic activity, their physiological status and the ability to survive various processing procedures and storage conditions. Significant economic losses and increase of consumers' health risk are main consequences of food spoilage. Application of modern protective technologies during food processing, as well as implementation of appropriate microbiological standards, may significantly decrease, although not completely eliminate, occurrence of food spoilage and incidence of food-borne diseases.

The use of certain microorganisms, their metabolic products, as well as plant extracts, is based on the development of new technologies of biological conservation and protection, whose application can contribute, on the one hand, to the standardization process of making food products with uniform and / or improved quality parameters, and on the other hand, the emergence of secure products with longer shelf-life. The quest for a natural alternative to food safety, in relation to the use of chemical substances, is one of the most important activities of the food industry which is determined by the request of modern consumer to consume a minimum of processed foods.

**Key words:** food spoilage, bioprotectors of food, food safety.

Rad primljen: 23.03.2015.

Rad korigovan: 9.06.2015.

Rad prihvaćen: 7.07.2015