

Bioaktivni peptidi u pršutima

Nives Marušić Radovčić^{1*}, Iva Jarnjak¹, Helga Medić¹

Sažetak

Peptidi i slobodne aminokiseline prirodno se stvaraju u pršutu kao posljedica intenzivne proteolize djelovanjem mišićnih peptidaza. Proteoliza rezultira stvaranjem velikih količina slobodnih aminokiselina i velikog broja peptida s različitim sekvencama i duljinama, neki od njih pokazuju relevantne bioaktivnosti poput inhibicije angiotenzin-1-konvertirajućeg enzima, antioksidativno djelovanje, antihipertenzivno, hipoglikemijsko ili protuupalno djelovanje. Ovaj rad daje pregled nedavnih otkrića koja pokazuju da pršut predstavlja dobar izvor prirodnih bioaktivnih peptida koji imaju potencijalnu korist za ljudsko zdravlje. Opisuju se sami bioaktivni peptidi, te njihova uloga i pozitivni učinci na zdravlje ljudskog organizama. Navedeno je koji se to bioaktivni peptidi nalaze u samom pršutu, koje su njihove funkcije i od kakvog su značaja. Bioaktivni peptidi imaju sposobnost smanjiti ili spriječiti oksidaciju lipida i proteina u pršutima što doprinosi boljoj kvaliteti proizvoda.

Ključne riječi: pršut, proteoliza, bioaktivni peptidi

Uvod

Pršut je trajni suhomesnati proizvod koji se najviše tradicionalno proizvodi na Mediteranu od kojih su najveći proizvođači Italija, Španjolska i Francuska. Hrvatska, sa svojih četiri zaštićena pršuta također može konkurirati svojom kvalitetom. Tehnološki proces proizvodnje pršuta sastoji se od slijedećih faza: obrada buta, soljenje, sušenje (dimljenje-opcionalno) i zrenje. Pojedini spojevi koji su prirodno prisutni u mesu mogu povoljno djelovati na zdravlje potrošača jer mogu imati antihipertenzivno, antioksidativno ili antimikrobno djelovanje. Učinci na zdravlje se pripisuju peptidima dobivenim iz hrane koji uključuju antimikrobne svojstva, učinak snižavanja krvnog tlaka (ACE inhibitori), sposobnost snižavanja kolesterola, antioksidativni učinci, pojačanje apsorpcije minerala, imunomodulatornih učinaka i drugo (Marušić i sur., 2013.).

Bioaktivni peptidi su mali spojevi koji se sastoje od 2-20 aminokiselina i sa širokim rasponom farmakoloških ciljeva. Proteini mesa imaju veliki potencijal kao novi izvori bioaktivnih peptida sa sposobnošću inhibicije enzima koji pretvara angiotenzin I (ACE) i pokazuju antioksidacijsku, antimikrobnu i antiproliferativnu aktivnost (da Cruz i sur., 2016.). Tijekom tehnološkog procesa proizvodnje pršuta događaju se važne biokemijske promjene, uključujući intenzivnu proteolizu zbog djelovanja endogenih mišićnih peptidaza, što rezultira oslobađanjem niza bioaktivnih peptida. Zapravo, bioaktivni peptidi pronađeni su nakon hidrolize (Arihara i sur., 2001.) i nakon in vitro simulirane probave pršuta (Escudero i sur., 2012.). Štoviše, in vitro antihipertenzivni kapacitet bioaktivnih peptida pršuta prethodno je zabilježen kod štako-

¹ izv.prof.dr.sc. Nives Marušić Radovčić; Iva Jarnjak, mag.ing.; prof.dr.sc. Helga Medić Prehrambeno-biotehnološki fakultet, Sveučilište u Zagrebu, Pierottijeva 6, 10 000 Zagreb, Hrvatska

*Autor za korespondenciju: nmarusic@pbf.hr

ra (Escudero i sur., 2012.; Escudero i sur., 2013.). Antihipertenzivno djelovanje bioaktivnih peptida sačuvano je i nakon fiziološke probave, koji se mogu apsorbirati duž crijeva i utjecati na smanjenje sistoličkog krvnog tlaka u štakora (Escudero i sur., 2012.).

U modernim istraživanjima, pristup u kojem se istovremeno istražuju ljekoviti i terapijski učinci, te se uspješno integriraju u uobičajenu hranu, pokazuje se kao dobar smjer dobivanja i istraživanja antioksidacijskih peptida iz prirodnih izvora. Pršut je visoko kvalitetni proizvod koji obiluje bioaktivnim spojevima, nađenim u mesu postmortem ili nastali tijekom procesa proizvodnje pršuta. Riječ je o anserinu, karnozinu, inhibirajući peptidi angiotenzin I enzima konverzije i mnogim drugim spojevima koji pokazuju širok raspon fizioloških funkcija npr.: antioksidativne, antimikrobne, prebiotske, hipokolesterolemijske i ostale (Lorenzo i sur., 2018.). Stoga je cilj ovoga rada pregledom znanstvene literature istražiti bioaktivne peptide prisutne u pršutima.

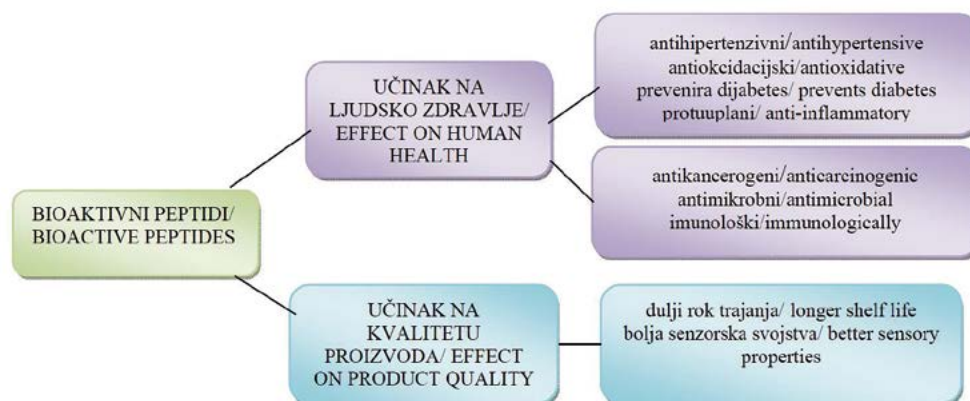
Pršut

Pršut je trajni suhomesnati proizvod. Razlike u različitim pršutima u svijetu ovise o genetici, tipu prehrane, uvjetima uzgoja te geografskoj regiji. Rezultat različitosti tih faktora razlog je zašto je danas na tržištu velik broj vrsta pršuta. Na razini Europske Unije pršuti se zaštićuju slijedećim oznakama: Zaštićena oznaka izvornosti (PDO-Protected Designation of Origin), zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla (PGI- Protected Geographical

Indication) te garantirano tradicijski specijalitet (TSG-Traditional Speciality Guaranteed). Mediteranske vrste pršuta karakterizira dug proces proizvodnje i konzumacija bez termičke obrade, dok pršuti i šunke proizvedeni u Sjevernoj Europi karakterističan kratak proces proizvodnje te postupak dimljenja uz termičku obradu prije same konzumacije (Toldrá, 2010). Tehnološki proces proizvodnje pršuta obuhvaća obradu buta, soljenje, dimljenje (opcionalno), sušenje i zrenje. Ovim tehnološkim postupcima produžuje se rok trajanja proizvoda zbog dodatka soli kojom se izbjegava njegovo kvarenje te zbog samog procesa sušenja/dimljenja te zrenja koji imaju konzervirajući učinak. U proizvodnji nekih vrsta pršuta kao što su španjolski pršuti dozvoljen je i dodatak soli s nitritom i/ili nitratom. Proces prerade i proizvodnje pršuta djeluje jednostavnim no unutar pršuta dolazi do složenih kemijskih i biokemijskih reakcija. Da bi se razvili karakteristični okusi potrebna je minimalna duljina vremena unutar kojeg mišićni enzimi djeluju.

Bioaktivni peptidi

Bioaktivni peptidi iz hrane nude veliki potencijal za ugradnju u funkcionalnu hranu i nutraceutike. Bioaktivni peptidi definirani su kao sastojci dobiveni hranom koji, pored njihove nutritivne vrijednosti, pokazuju fiziološki učinak u tijelu. Ovi biološki aktivni peptidi obično su duljine 2 – 20 aminokiselinskih ostataka, dok neki imaju i više od 20 aminokiselina (Montoro-García i sur., 2017.). Bioaktivni peptidi mogu se apsorbirati kroz crijeva, gdje se naknadno unose u krvotokni sustav netaknu-



Slika 1. Funkcija bioaktivnih peptida u ljudskom organizmu i hrani (Lorenzo i sur., 2018.)
Figure 1 The function of bioactive peptides in the human body and food (Lorenzo et al., 2018)

ti za različite fiziološke učinke, ili mogu proizvesti lokalne učinke u probavnom traktu. Pokazalo se da biološki aktivni peptidi dobiveni hranom pokazuju širok raspon fizioloških funkcija npr. antioksidativne, antimikrobne, prebiotske, hipokolesterolemijske i ostale, prikazane na slici 1.

Unazad nekoliko godina, bioaktivni peptidi, ekstrahirani iz proteina, proučavani su zbog potencijala kao elementi u razvoju novih prirodnih lijekova i dio sastojaka hrane. Ti se spojevi mogu upotrijebiti za smanjenje oksidacijskog stresa i poboljšanja kvalitete hrane, a istovremeno i smanjenje ekonomskih gubitaka u proizvodnji hrane, kao i poboljšanje zdravlja. U prehrambenoj tehnologiji, uspješna primjena u mesnim proizvodima jača ulogu odabranih peptida kao antioksidacijskih aditiva, iako potrebno je promatrati učinke izoliranih bioaktivnih peptida i u drugoj hrani kako bi se povećala njihova proizvodnja. Oksidacijska ravnoteža je kritični i osjetljivi status koji proizlazi iz prevladavajuće proizvodnje reaktivnih vrsta u živim organizmima zbog endogenih reakcija (poput fagocitoze i respiratornog lanca) i izloženosti fizičkim i kemijskim sredstvima (npr. UV zračenje i onečišćujuće tvari). Jednom kada reaktivne vrste nastanu, one utječu na lipide, DNA i proteine, te dolazi do poremećaja stanične homeostaze i mogućnosti nastanka teških bolesti kao što su ateroskleroza i rak. Živi organizmi posjeduju složeni zaštitni sustav koji se aktivira kako bi se spriječilo oksidacijsko oštećenje. Razni enzimski i neenzimski antioksidacijski agensi potiču oksidacijsku ravnotežu smanjenjem koncentracije reaktivnih vrsta i stvaranjem manje reaktivnih spojeva. Međutim, ova linija obrane može biti preplavljena stalnom proizvodnjom reaktivnih vrsta, čime se zahtijeva dodatna zaštita za balansiranje oksidacijskog statusa (Bouayed i Bohn, 2010.).

Značaj antioksidacijskih spojeva prepoznala je i Svjetska zdravstvena organizacija koja se zalaže za povećanje konzumacije hrane koja je izvor antioksidansa (Lorenzo i sur., 2018.). Uloga antioksidansa u živom organizmu potaknula je istraživanja poznatih izvora prirodnih antioksidansa (Brewer, 2011.). Istraživanje antioksidacijskih peptida zahtijeva dodatne tehnologije za oslobađanje aktivnih aminokiselinskih sekvenci iz proteina budući da prekursorski proteini ne mogu pokazivati isti antioksidacijski učinak (Chi i sur., 2014.). Važnost karakteristika bioaktivnih peptida raspravlja se u nekoliko pregleda dostupnih u znanstvenoj litera-

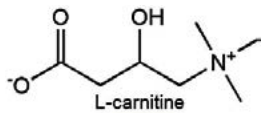
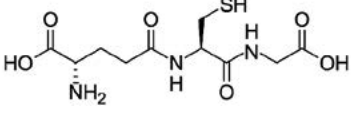
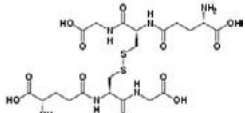
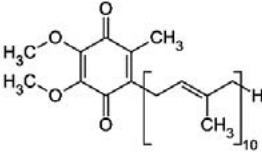
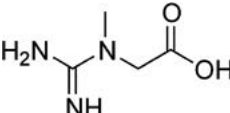
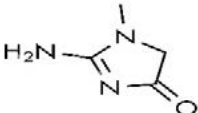
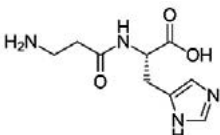
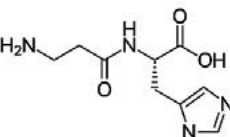
turi. Na primjer, Sarmadi i Ismail (2010.) raspravljali su o nekoliko aspekata vezanih uz bioaktivne peptide. Istaknuli su njihovu važnost, osobito kod alergijskih reakcija, da mogu sačuvati dio alergijskih aktivnosti proteinskih prekursora. Liu i sur. (2016.) razmotrili su slobodni peptidni sastav u mesu i mesnim proizvodima kao i njihovu biološku ulogu i potencijalne uloge u farmakološkim primjenama. Postoje još mnogobrojna istraživanja o bioaktivnim peptidima prisutnih u različitoj vrsti hrane, no u konačnici, proteini mesa, ribe i mlijeka pokazali su se kao izvrsni izvori bioaktivnih peptida (Lorenzo i sur., 2018.).

Bioaktivni peptidi u pršutima

U mesu je proučavano nekoliko endogenih antioksidansa kao što su: tokoferoli, ubikvini, karotenoidi, askorbinske kiseline, glutation, lipične kiseline, karnozin, anserin i drugi. U tablici 1 prikazane su strukture nekih bioaktivnih spojeva u pršutima. Učinak tehnološkog procesa proizvodnje pršuta na sadržaj bioaktivnih spojeva, prirodno prisutnih u svinjskom mesu, poput kreatina, kreatinina, koenzima Q10, glutationa, karnozina, anserina, karnitina, taurina, cistina, cisteina i esencijalnih amino kiselina omogućio je određivanje njihove antioksidacijske i antihipertenzivne aktivnosti (Marušić i sur., 2013.).

Potrošnja hrane bogate antioksidansima sprječava oksidacijsko oštećenje u našem tijelu, zahvaljujući neutralizaciji i smanjenom oslobađanju slobodnih radikala. Spoj koji je prisutan u mesu, L-karnitin, pomaže ljudskom organizmu u proizvodnji energije i smanjenju kolesterola. Također je bitan u proizvodnji energije i metabolizma lipida mnogih organa i tkiva, kao što su skeletno mišićje i srce. Iako može biti sintetiziran, veći dio karnitina dolazi u organizam putem hrane (Demarquoy i sur., 2004.). Pomaže u apsorpciji kalcija, a time i jačanju kostiju. Tijekom procesa sušenja pršuta zabilježeno je povećanje slobodnog L-karnitina (Marušić i sur., 2013.). Povećanje je vjerojatno posljedica pretvorbe estera karnitina u slobodni oblik. Koncentracija L-karnitina predstavlja važan faktor u proizvodnji stanične energije. Glavni dio u tijelu dobiva se u mišićima nakon što se sintetizira u jetri, bubregu i mozgu, ili se dobiva iz hrane (Schmid, 2010.). Glutation (GSH) je važan antioksidacijski tiol tripeptid. Štiti stanicu od toksičnih i patoloških procesa. Prisutan je u dva oblika: reducirani oblik GSH i oksidirani oblik – glutation disul-

Tablica 1. Strukture bioaktivnih peptida u pršutima
Table 1 Structure of bioactive peptides in dry-cured hams

Bioaktivni spoj/ Bioactive compound	Struktura/Structure
L-karnitin/ L-carnitine	
Glutation/ Glutathione	
Glutation disulfid/ Glutathione disulfide	
Koenzim Q10/ Coenzyme Q10	
Kreatin/ Creatin	
Kreatinin/ Creatinine	
Karnozin/ Carnosine	
Anserin/ Anserine	

fid (GSSG). Glutation sudjeluje u nekoliko bitnih bioloških procesa, uključujući i zaštitu od slobodnih radikala formiranih nakon izlaganju ionizirajućem zračenju, zaštita od toksičnosti kisika te metabolizma ksenobiotika (Winters i sur., 1995.). Zahvaljujući njegovim mnogobrojnim i važnim funkcijama sve je više istraživanja koja uključuju glutation.

Koenzim Q10 je topljivi lipid i pronađen u

većini aerobnih organizama. Ključna je komponenta respiratornog mitohondrijskog lanca i poznat je zbog svoje uloge u procesu oksidacijske fosforilacije (Small i sur., 2012.). Kardiovaskularni učinci koenzima Q10 mogu se pripisati njegovoj bioenergetskoj ulozi, sposobnosti borbe protiv oksidacije lipoproteina niske gustoće i njegovom djelovanju u poboljšanju endotelne funkcije. Koncentracija koenzima Q10 tijekom proizvodnje pršuta u sirovom mesu smanjuje se tijekom 3,5 mjeseci proizvodnje te ostaje stabilan do kraja zrenja (Marušić i sur., 2013.).

Kreatin i njegov fosforilirani derivat fosfokreatin sastavni su dijelovi mišićnog tkiva koji su uključeni u oslobađanje energije (Wyss i Kaddurah-Daouk, 2000.). Imaju važnu ulogu u energetskom metabolizmu skeletnog mišićja, pruža energiju potrebnu za snažnu kontrakciju mišića. Postoji također dokaz da, pod nekim okolnostima, kreatinski dodatci mogu poboljšati kretanje mišića (Demant i Rhodes, 1999.). Pršut sadrži različite dipeptide bazirane na histidinu, s antioksidacijskom aktivnošću, kao što su karnozin i anserin. Karnozin i anserin su antioksidacijski histidinski dipeptidi, najbogatije antioksidacijske komponente mesa. Pomažu u kontroli oksidacije tako da sprječavaju lipidnu oksidaciju inaktivirajući slobodne radikale i/ili katalizatore u citosolu. Također, imaju funkciju međuspremnik u mišićima, osobito glikolitičkim gdje ih ima puno. Njihov cilj je reducirati okus užglosti i poboljšati stabilnost boje. Antioksidacijske aktivnosti karnozina i anserina mogu nastati zbog njihove sposobnosti kelatnog vezanja prijelaznih metala kao što je bakar (Brown, 1981.). Tijekom tehnološkog procesa proizvodnje pršuta zabilježeno je smanjenje udjela karnozina i porast udjela anserina tijekom faze post-soljenja (Marušić i sur., 2013.). Pokazalo se da sprječavaju oksidacijska oštećenja i stoga se smatraju „anti-ageing“ tvarima.

Osim navedenih bioaktivnih peptida, pršut je izvrstan izvor visoko vrijednih proteina jer sadrži esencijalne aminokiseline u odgovarajućim omjerima. Prisutnost animalnih proteina u prehrani potpomaže u apsorpciji minerala poput hem-željeza i elemenata u tragovima. Udio proteina u pršutu je oko 30 g/100 g ovisno o stupnju sušenja i udjelu masti (Toldrá, 2010.).

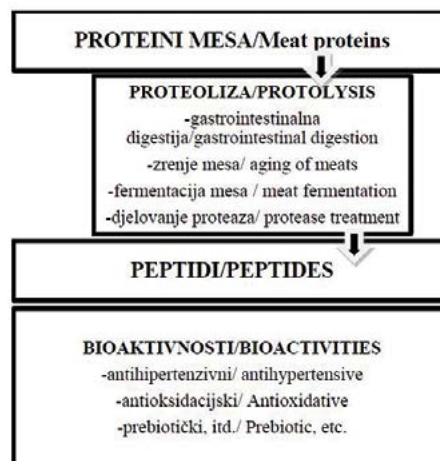
Esencijalne aminokiseline vrlo su važne u nutritivno siromašnoj prehrani u kojoj je unos kalorija nizak ili za određene skupine ljudi kao što su

djeca, invalidi i stariji ljudi (Reig i Toldrá, 1998.). Esencijalne aminokiseline su vrlo bitne komponente koje se ne mogu sintetizirati u organizmu čovjeka, već ih čovjek može unijeti samo egzogeno. Prehrana u koju nisu uključene esencijalne amino kiseline može uvelike utjecati na zdravlje. U pršutu se tijekom tehnološkog procesa proizvodnje odvijaju brojne proteolitičke i lipolitičke reakcije. Kao rezultat proteolize nastaje i velika količina slobodnih aminokiselina. Enzimi odgovorni za ovaj proces su amino peptidaze koje djeluju na amino terminalnim krajevima peptida i proteina. Prema tome, velike količine slobodnih amino kiselina su generirane u pršutima, čak oko nekoliko stotina miligrama/100 g pršuta. Veliki porast lizina, oko 700 mg/100 g, ukazuje na to da su proteini pršuta lako probavljivi (Toldrá i Aristoy, 1993.). Nadalje, prisutne amino kiseline mogu biti osjetljive na moguće Maillardove reakcije, racemizaciju i križno povezivanje. Neke aminokiseline prisutne u pršutima mogu producirati dodatne benefite za živčani sustav; primjerice taurin (važan za vrijeme rasta, u razvoju mozga i za optimalno funkcioniranje živčanog sustava), kojeg ima oko 80 mg/100 g pršuta, glutamin koji je bitan za metaboličke procese i ima preventivne učinke na neke određene bolesti (Neu i sur., 1996.), bez obzira na to što se njegov udio smanjuje na manje od 5 mg/100 g pršuta nakon procesa prerade (Toldrá i sur., 2000.).

Generiranje bioaktivnih peptida iz proteina mesa

Od brojnih metoda korištenih za oslobađanje bioaktivnih peptida iz prehrambenih proteina, enzimatska hidroliza proteina je najčešće korištena tehnika. Peptidi koji su bioaktivni se generiraju iz nativnog proteina proteolitičkom digestijom (Pihlanto i Korhonen, 2003.). Proces proteolitičke digestije mesnih proteina uključuje gastrointestinalnu digestiju, starenje, fermentaciju i djelovanje proteaza (Slika 2).

Veliki broj bioaktivnih peptida izoliran je iz mesa pomoću probavnih enzima kao što su pepsin, tripsin i kimotripsin (Katayama i sur., 2003.). Za izolaciju bioaktivnih peptida iz mesnog izvora također su korištene različite proteaze bakterijskog, životinjskog i biljnog podrijetla. Nakon hidrolize proteinskog supstrata, hidrolizati se ispituju za različite bioaktivnosti. Nakon detekcije bioaktivnosti unutar hidrolizata sirovog proteina, hidrolizati se frakcioniraju na temelju veličine peptida



Slika 2. Generiranje bioaktivnih peptida iz proteina mesa (Toldrá, 2010.)

Figure 2 Generation of bioactive peptides from meat proteins (Toldrá, 2010)

što se najčešće provodi uporabom ultrafiltracije. Frakcija hidrolizata koja pokazuje najveću biološku aktivnost se zatim dalje pročišćava kako bi se odvojili pojedinačni peptidi primjenom različitih tehnika, ponajprije tekućinska kromatografija visoke izvedbe ili gel permeacijska kromatografija. Pojedinačne frakcije peptida su identificirane kombiniranim tehnikama masene spektrometrije i odjeljivanjem proteina. Budući da meso sadrži različite mišićne endogene proteaze, proteini mesa se hidroliziraju tim enzima tijekom zrenja (Toldrá, 2007.). Dakle, sadržaj aminokiselina i peptida povećava se u zrelom mesu (Nishimura i sur., 1988.). Enzimatska hidroliza proteina mesa tijekom zrenja rezultira poboljšanjem senzorskih svojstva, te su današnja istraživanja usmjerena na stvaranju bioaktivnih peptida u mesu tijekom zrenja ili skladištenja (Toldrá, 2010.).

Inhibitorni i antioksidativni peptidi angiotenzin-1-konvertirajućeg enzima (ACE)

Većina istraživanja bioaktivnih tvari iz mesnih izvora usmjerena je na inhibitorne i antioksidativne peptide angiotenzin-1-konvertirajućeg enzima (ACE) (Toldrá, 2010.). ACE inhibitorni peptidi prvi put su otkriveni u zmijskom otrovu, a od tada su proizvedeni brojni sintetski ACE inhibitori, pri čemu je Captopril najčešći. Poznato je da Captopril i drugi sintetski ACE inhibitori imaju različite nuspojave kao što su kašalj, poremećaji okusa i osip na koži. Ove nuspojave, zajedno s činjenicom da postoji rizik od moždanog udara i kardio-

vaskularnih bolesti, pridonio je stalnoj potrazi za antihipertenzivnim peptidima dobivenim hranom. ACE inhibitorni peptidi hrane mogu se podijeliti u tri kategorije, ovisno o njihovoj inhibicijskoj aktivnosti nakon predinkubacije s ACE. Prva skupina poznata je kao „pravi inhibitor tip“ peptida. Druga kategorija peptida, poznatih kao „supstratni tip“, hidroliziraju se pomoću ACE što rezultira slabom inhibitorskom aktivnošću. Konačno, treća kategorija je „inhibitor tip“. Peptidi u ovoj kategoriji pretvaraju se u „prave vrste inhibitora“ pomoću ACE ili proteaza probavnog trakta. Do danas, većina ACE inhibitorajućih peptida pronađenih u mesu može se klasificirati kao pravi inhibitor tip peptida. Ti peptidi mogu djelovati na jedan od dva načina, prvo se peptid veže na aktivno mjesto ACE enzima ili se može vezati na mjesto inhibitora lociranog na ACE enzimu, čime se modificira konformacija proteina i sprječava vezanje supstrata u aktivno mjesto enzima. Za kontrakciju skeletnih mišića odgovorni su mišićni proteini, aktin i miozin. Oba ova protei-

na povezana su s dvije različite vrste mišićnih niti. Proteini miozina povezani su s debelim vlaknima skeletnog mišića, dok je aktin povezan s tankim vlaknima. U tankim vlaknima su također prisutni i proteini troponin i tropomiozin. ACE inhibitorajuć peptidi identificirani su u hidrolizatima aktina, miozina i troponina (Katayama i sur., 2003.). Nekoliko antioksidativnih peptida identificirano je u enzimatskim hidrolizatima proteina mesa. Hidrolizati iz svinjskih miofilnih proteina koji su stvorili papain ili aktinaza E pokazali su visoku razinu antioksidativne aktivnosti. Asp-Ala-Gln-Glu-Lys-Leu-Glu koja se nalazi u sekvenci aktina, pokazala je najvišu razinu aktivnosti među pet identificiranih peptida. U drugoj studiji izolirana su tri antioksidativna peptida (Asp-Leu-Tyr-Ala, Ser-Leu-Tyr-Ala i Val-Trp) iz enzimatskih hidrolizata svinjskog skeletnih mišića (Toldrá, 2010.). Ovi peptidi su imali antifatigni učinak kada su oralno davani miševima u eksperimentu. Peptidi dobiveni iz proteina mesa pridonose i organoleptičkim svojstvima mesa. Imaju potenci-

Tablica 2. Bioaktivni peptidi izolirani iz proteina mesa (Toldrá, 2010.)

Table 2 Bioactive peptides isolated from meat proteins (Toldrá, 2010)

Bioaktivnost/ Bioactivity	Izvor proteina/ Protein source	Slijed/ Sequence*
Antihipertenzivni (ACE inhibitorni) / Antihypertensive (ACE inhibitory)	Pileći mišić/Chicken muscle	IKW
	Pileći mišić kreatin kinaza/ Chicken muscle creatine kinase	LKA
	Pileći mišić aldolaza/ Chicken muscle aldolase	LKP
	Pileći mišić/ Chicken muscle	LAP
	Svinjski mišić aktin/ Porcine muscle actin	VWI
	Svinjski miozin/ Porcine myosin	ITTNP
	Svinjski miozin/ Porcine myosin	MNPPK
	Chicken muscle myosin	FQKPKR
	Bovine muscle	VLAQYK
	Chicken muscle creatine kinase	FKGRYYP
	Fermented pork myosin	VFPMNPPK
	Chicken muscle actin	IVGRPRHQG
	Porcine muscle troponin C	RMLGQTPTK
	Chicken muscle collagen	GFXGTXGLXGF
Antioksidacijski/ Antioxidative	Svinjski mišić/ Porcine muscle	VW
	Svinjski mišić/ Porcine muscle	DLYA
	Svinjski mišić/ Porcine muscle	SLYA
	Svinjski mišić aktin/ Porcine muscle actin	DLQEKLE
Opiodni/ Opioid	Goveđa krv hemoglobin/ Bovine blood hemoglobin	VVYPWTQRF
	Goveđa krv hemoglobin/ Bovine blood hemoglobin	LVVYPWTQRF
Pojačivači slanog okusa / Savory taste - enhancing	Govedina tretirana papainom/ Beef treated with papain	KGDEESLA
Suzbijanje kiselosti/ Sourness - suppressing	Kuhane svinjske slabine/ Cooked pork loins	APPPPAEVHEV

*prikazani su su jednoslovni kodovi aminokiselina/ The one - letter amino acid codes were used

jal za proizvodnju novih funkcionalnih sastojaka s dobrim organoleptičkim svojstvima. Također, biološki aktivni peptidi dobiveni iz mesa mogu se razviti kao novi funkcionalni sastojci hrane. U tablici 2 prikazani su bioaktivni peptidi, uključujući i one izolirane iz mesa (Toldrá, 2010.).

Značajke bioaktivnih peptida

ACE inhibitorna aktivnost peptida iz različitih vrsta pršuta prikazana je u tablici 3. Antioksidativni peptidi imaju sposobnost smanjiti ili spriječiti oksidaciju lipida i proteina u pršutima što doprinosi boljoj kvaliteti proizvoda. Kao što je prikazano

Tablica 3. Peptidi identificirani u različitim vrstama pršuta s naznakom podrijetla proteina i bioaktivnosti (Toldrá i sur., 2020.)

Table 3 Peptides identified in different types of dry-cured ham with indication of respective proteins of origin and bioactivity (Toldrá i et al., 2020)

Sekvenca peptida / Peptide sequence	Podrijetlo proteina / Protein of origin	Pršut/ Dry-cured ham	Bioaktivnost/Bioactivity
AAPLAP	Miozin XV/Myosin XV	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
AMNPP	Miozin 3/Myosin 3	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
ASGPINFT	Regulacijski laki lanac miozina 2 / Myosin regulatory light chain 2	Španjolski/Spanish	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
DLEE	—	Kineski Xuanwei/Chinese Xuanwei	Antioksidacijska/Antioxidant
DVITGA	Laki lanac miozina / Myosin light chain	Španjolski/Spanish	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
FLKMN	—	Kineski Jinhua/Chinese Jinhua	Antioksidacijska/Antioxidant
GGVPGG	Elastin/Elastin	Španjolski/Spanish	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
GKFNV	—	Kineski Jinhua/Chinese Jinhua	Antioksidacijska/Antioxidant
GLAGA	Kolagen VII/ Collagen VII	Španjolski/Spanish	Antioksidacijska/Antioxidant
GVVPL	—	Talijanski Parma/ Italian Parma	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
IAGRP	Titin/Titin	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
IKLPP	Miozin Ixb/ Myosin IXb	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
KPGRP	Titin/ Titin	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
KVLPG	Fosfoglicerat kinaza 1 / Phosphoglycerate kinase 1	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
LGL	—	Talijanski Parma/ Italian Parma	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
LPGGGHGDL	—	Kineski Jinhua/Chinese Jinhua	Antioksidacijska/Antioxidant
LPGGGT	—	Kineski Jinhua/Chinese Jinhua	Antioksidacijska/Antioxidant
PAPPK	Laki lanac miozina 1/3/ Myosin light chain 1/3	Španjolski Teruel/ Spanish Teruel	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory
RHGYM	Dynein teški lanac /Dynein heavy chain	Španjolski/Spanish	Antilisterijska/ Antilisterial
SAGNPN	Integrin α -3/ Integrin α -3	Španjolski/Spanish	Antioksidacijska/Antioxidant
AEEEYPDL	Kreatin kinaza /Creatine kinase	Španjolski/Spanish	Antioksidacijska/Antioxidant
SNAAC	Teški lanac miozina / Myosin heavy chain	Španjolski/Spanish	Antioksidacijska/Antioxidant
AAAAG	Histon-lizin-N-metiltransferaza /Histone-lysine-N-methyltransferase	Španjolski/Spanish	DPP IV inhibitorni/ DPP IV inhibitory
AA	—	Španjolski/Spanish	DPP IV inhibitorni/ DPP IV inhibitory
KA	—	Španjolski/Spanish	DPP IV inhibitorni/ DPP IV inhibitory
GP	—	Španjolski/Spanish	DPP IV inhibitorni/ DPP IV inhibitory
SFVTT	—	Talijanski Parma/ Italian Parma	ACE inhibicijska/ ACE inhibitory

u tablici 3, miozin i titin su glavni proteini od kojih nastaje većina ACE inhibicijskih peptida (Mora i sur., 2011.) što je vrlo relevantno budući da su oni glavni proteini u mišićima. Kao što je prikazano u tablici 3, velik broj antioksidativnih peptida nađen je u španjolskim pršutima (Escudero i sur., 2012.; Escudero i sur., 2013.; Mora i sur., 2014.; Gallego i sur., 2018.), kineskom Jinhua pršutu (Zhu i sur., 2013.; Zhu i sur., 2014.) i kineskom Xuanwei pršutu (Xing i sur., 2016.).

Općenito, molekularne mase peptida nađene su u rasponu od 400 do 2000 Da i duljine sekvenci između 4 i 16 aminokiselina što su tipične karakteristike antioksidativnih peptida (Liu i sur., 2016.). Najaktivniji identificirani antioksidativni peptidi bili su Ala-Glu-Glu-Glu-Tyr-Pro-Asp-Leu i Ser-Asn-Ala-Ala-Cys (Gallego i sur., 2018) u španjolskim pršutima, Asp-Leu-Glu-Glu u Xuanwei pršutu (Xing i sur., 2016.) i Gly-Lys-Phe-Asn-Val (Zhu i sur., 2013.) i Phe-Leu-Lys-Met-Asn, Leu-Pro-Gly-Gly-Gly-His-Gly-Asp-Leu, Leu-Pro-Gly-Gly-Gly-Thr i Lys-Glu-Glu-Arg (Zhu i sur., 2016.) u Jinhua pršutu. Nekoliko peptida izoliranih iz pršuta pokazalo je i hipoglikemijsku aktivnost tj. inhibicijsko djelovanje protiv DPP IV, u nekim slučajevima uz druge aktivnosti poput inhibicije ACE (Toldrá i sur., 2020.).

Multifunkcionalnost peptida

Neki peptidi izolirani iz hrane mogu biti i multifunkcionalni jer mogu izvršiti dvije ili više aktivnosti koje promiču zdravlje koje mogu, ali ne moraju biti povezane (Gallego i sur., 2019.). Raznovrsne strukture peptida (aminokiselinski sastav, sekvenca i duljina) mogu ometati različite biokemijske putove, objašnjavajući širok raspon funkcionalnih aktivnosti koje obavljaju peptidi iz hrane. Peptidi kratkog lanca mogu ispoljavati različite bioaktivnosti kao što su inhibicija ACE i antioksidativna aktivnost, dok oni duži od 8 aminokiselina mogu sudjelovati na primjer u putu biosinteze kolesterola (Lammi et al. 2019). Proteini koji sadrže visok udio hidrofobnih i pozitivno nabijenih ostataka također bi mogli biti dobar izvor multifunkcionalnih peptida (Gallego i sur., 2019.). Također nađeno je da nekoliko dipeptida može pokazati više od jedne bioaktivnosti, uglavnom pokazujući dvostruku inhibiciju ACE i DPP IV. Nadalje, bioaktivnost peptida često je povezana sa senzorskim karakteristikama, a nekoliko je studija uspoređivalo bioaktivnost i okus proteinskih hidrolizata (Iwaniak i sur., 2016.).

Opisano je da su ACE inhibitorni peptidi često nositelji neželjenih gorkih okusa. Stoga, identifikacija aktivne domene unutar peptidne sekvence korištenjem bioinformatičkih alata mogla bi pomoći u karakterizaciji molekularnog mehanizma djelovanja multifunkcionalnih peptida, poboljšavajući njihovu potencijalnu upotrebu u razvoju funkcionalne hrane ili dodataka prehrani (Gallego i sur., 2019.).

Zaključak

Pršut je proizvod bogat visoko vrijednim proteinima i mnogim vrijednim spojevima kao što su bioaktivni peptidi koji su istraživani u ovom radu. Otkrivanjem uloge bioaktivnih peptida i njihovih učinaka, može se zaključiti da bioaktivni peptidi imaju značajne funkcije i pozitivne učinke na ljudski organizam. Znanstvena literatura objavljena u posljednjih godina potvrđuju da je pršut je vrlo dobar izvor bioaktivnih peptida i a veliki broj njih je uspješno identificiran. Takvi peptidi pokazuju relevantnu bioaktivnost poput inhibicije angiotenzin konvertirajućeg enzima, antioksidacijsku aktivnost, hipoglikemijsku aktivnost i druge. Prirodno stvaranje takvih bioaktivnih peptida je posljedica intenzivne proteolize mišićnih peptidaza tijekom procesa proizvodnje pršuta. U znanstvenoj literaturi još je malo podataka o kvantitativnoj količini peptida u konačnom proizvodu, ali to je teško odrediti zbog velikog broja bioaktivnih peptida, male zastupljenosti svakog od njih i njihove prisutnosti unutar složene matrice poput pršuta čime je otežana njihova ekstrakcija i analiza. Poznavanje kvantitativnih količina bioaktivnih peptida pomoglo bi boljem razumijevanju njihove bioraspodjelivosti i učinaka na zdravlje potrošača te su novija istraživanja usmjerena u tom smjeru.

*rad je izvadak iz završnog rada Jarnjak (Bogešić), Iva (2018): Bioaktivni peptidi u pršutima. Završni rad. Prehrambeno-biotehnoški fakultet Sveučilišta u Zagrebu, str. 25. Mentor: izv. prof. dr. sc. Nives Marušić Radović

Literatura

- [1] Arihara, K., Y. Nakashima, T. Mukai, S. Ishikawa, M. Itoh (2001): Peptide inhibitors for angiotensin I-converting enzyme from enzymatic hydrolysates of porcine skeletal muscle proteins. *Meat Sci*, 57 (2001), 319-324. doi: 10.1016/s0309-1740(00)00108-x
- [2] Bouayed, J., T. Bohn (2010): Exogenous antioxidants—double-edged swords in cellular redox state: health beneficial effects at physiologic doses versus deleterious effects at high doses. *Oxid Med Cell Longev*, 3(4) (2010), 228 – 237.
- [3] Brewer, M. S. (2011): Natural antioxidants: Sources, compounds, mechanisms of action, and potential applications. *Compr Rev Food Sci Food Saf*, 10(4) (2011), 221 – 247. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2011.00156.x>
- [4] Brown, C. E. (1981): Interactions among carnosine, anserine, ophidine and copper in biochemical adaptation. *J Theor Biol*, 88 (1981), 245 – 256.
- [5] Chi, C.F., B. Wang, Y.Y. Deng, Y.M.Wang, S.G. Deng, J.Y. Ma (2014): Isolation and characterization of three antioxidant pentapeptides from protein hydrolysate of monkfish (*Lophius litulon*) muscle. *Food Res Int*, 55 (2014), 222 – 228. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.018>
- [6] da Cruz, J. N., D. C. Pimenta, R. L. de Melo, J. R. O. Nascimento (2016): Isolation and biochemical characterisation of angiotensin-converting enzyme inhibitory peptides derived from the enzymatic hydrolysis of cupuassu seed protein isolate. *J Funct Foods*, 27 (2016), 104–114. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2016.08.048>
- [7] Demant, T. W., E. C. Rhodes (1999): Effects of creatine supplementation on exercise Performance. *Sports Med* 28 (1999), 49 – 60. doi: 10.2165/00007256-199928010-00005
- [8] Demarquoy, J., B. Georges, C. Rigault, M. C Royer, A. Clairet, M. Soty (2004): Radioisotopicdetermination of L-carnitine content in foods commonly eaten in Western countries. *Food Chem*, 86 (2004), 137 – 142. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.09.023>
- [9] Escudero, E., M. C. Aristoy, H. Nishimura, K. Arihara, F. Toldrá (2012): Antihypertensive effect and antioxidant activity of peptide fractions extracted from Spanish dry-cured ham. *Meat Sci*, 91(3) (2012), 306–311. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.02.008>
- [10] Escudero, E., L. Mora, P. D. Fraser, M. C. Aristoy, K. Arihara, F. Toldrá (2013): Purification and identification of antihypertensive peptides in Spanish dry-cured ham. *J Proteomics*, 78 (2013), 499–507. doi: 10.1016/j.jprot.2012.10.019
- [11] Gallego, M., L. Mora, F. Toldrá (2019): The relevance of dipeptides and tripeptides in the bioactivity and taste of dry-cured ham. *Food Prod Process and Nutr*, 1 (2019), 2. <https://doi.org/10.1186/s43014-019-0002-7>
- [12] Gallego, M., L. Mora, F. Toldrá (2018): New approaches based on comparative proteomics for the assessment of food quality. *Curr Opin Food*, 22 (2018), 22–27. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.01.005>
- [13] Iwaniak, A., P. Minkiewicz, M. Darewicz, M. Hryniewicz (2016): Food protein originating peptides as tastants-physiological, technological, sensory, and bioinformatic approaches. *Food Res Int*, 89 (2016), 27–38. doi: 10.1016/j.foodres.2016.08.010
- [14] Katayama, K., H. Fuchu, A. Sakata, S. Kawahara, K. Yamauchi, Y. Kawahara, M. Muguruma (2003): Angiotensin I - converting enzyme inhibitory activities of porcine skeletal muscle proteins following enzyme digestion. *Asian-Australas J Anim Sci*, 16 (2003), 417 – 424. <https://doi.org/10.5713/ajas.2003.417>
- [15] Lammi, C., G. Aiello, G. Boschini, A. Arnoldi (2019): Multifunctional peptides for the prevention of cardiovascular disease: a new concept in the area of bioactive food-derived peptides. *J Funct Foods*, 55 (2019), 135–145. doi:10.1016/j.jff.2019.02.016
- [16] Liu, R., L. Xing, Q. Fu, G. H. Zhou, W. G. Zhang (2016): A review of antioxidant peptides derived from meat muscle and by-products. *Antioxidants*, 5(3) (2016), 1 – 15. doi: 10.3390/antiox5030032
- [17] Lorenzo, J. M., P.E.S. Munekata, B. Gómez, F.J. Barba, L. Mora, C. Pérez-Santaescolástica, F. Toldrá (2018): Bioactive peptides as natural antioxidants in food products – A review. *Trends Food Sci Technol*, 79 (2018), 136 – 147. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.003>
- [18] Marušić, N., C. M. Aristoy, F. Toldrá (2013): Nutritional pork meat compounds as affected by ham dry-curing. *Meat sci*, 93 (2013), 53 – 60. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.07.014>
- [19] Montoro-García, S., M.P. Zafrilla-Rentero, F.M. Celdrán-de Haro, J.J. Piñero-de Armas, F. Toldrá, L. Tejada-Portero, J. Abellán-Alemán, (2017): Effects of dry-cured ham rich in bioactive peptides on cardiovascular health: A randomized controlled trial. *J Funct Foods*, 38 (2017), 160–167. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2017.09.012>
- [20] Mora, L., E. Escudero, P. D. Fraser, M. C. Aristoy, F. Toldrá (2014): Proteomic identification of antioxidant peptides from 400 to 2500 Da generated in Spanish drycured ham contained in a size-exclusion chromatography fraction. *Food Res Int*, 56 (2014), 68–76. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.201312.001>
- [21] Mora, L., M.A. Sentandreu, F. Toldrá (2011): Intense degradation of myosin light chain isoforms after dry-cured ham processing. *J Agric Food Chem*, 59 (2011), 3884–3892. doi: 10.1021/jf104070q
- [22] Neu, J., V. Shenoy, R. Chakrabarti (1996): Glutamine nutrition and metabolism: Where do we go from here? *FASEB Journal* 10 (1996), 829 – 837.
- [23] Nishimura, T., H. Kato (1988): Mechanisms involved in the improvement of meat taste during postmortem aging. *Food Sci Technol Int Tokyo*, 4 (1988), 241 – 249. <https://doi.org/10.3136/fsti9596t9798.4.241>
- [24] Pihlanto, A., H. Korhonen (2003): Bioactive peptides and proteins. *Adv Food Nutr Res*, 47 (2003), 175 – 276 .
- [25] Reig, M., Toldrá F. (1998): Protein nutritional quality of muscle foods. *Recent Research Development of Agriculture in Food Chemistry*, 2 (1998), 71 – 78.
- [26] Sarmadi, B. H., A. Ismail (2010): Antioxidative peptides from food proteins: a review. *Peptides*, 31(10) (2010), 1949 – 1956. doi: 10.1016/j.peptides.2010.06.020.
- [27] Schmid, A. (2010): Bioactive substances in meat and meat products. *Fleischwirtschaft International* 2 (2010), 127 – 133.
- [28] Small, D. M., J. S. Coombes, N. Bennett, D.W. Johnson, G.C. Gobe (2012): Oxidative stress, anti-oxidant therapies and chronic kidney disease. *Nephrology* 17 (2012), 311 – 321. doi: 10.1111/j.1440-1797.2012.01572.x
- [29] Toldrá, F. (2007): Biochemistry of meat and fat. U: *Handbook of Fermented Meat and Poultry*. Hoboken, N.J. (ur.). Wiley – Blackwell, 2007.

- [30] Toldrá, F. (2010): Handbook of Meat Processing, Blackwell Publishing, 2010.
- [31] Toldrá, F., M. C. Aristoy (1993): Availability of essential amino acids in dry-cured ham. *Int J Food Sci Nutr*, 44 (1993), 215 – 219.
- [32] Toldrá, F., M. C. Aristoy, M. Flores (2000): Contribution of muscle aminopeptidases to flavor development in dry-cured ham. *Food Res Int*, 33 (2000), 181 – 185. [https://doi.org/10.1016/S0963-9969\(00\)00032-6](https://doi.org/10.1016/S0963-9969(00)00032-6)
- [33] Toldrá, F., M. Gallego, M. Reig, M.C. Aristoy, L. Mora (2020): Bioactive peptides generated in the processing of dry-cured ham. *Food Chem*, 321 (2020), 126689, <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.126689>
- [34] Winters, R. A., J. Zukowski, N. Ercal, R. H. Matthews, D. R. Spitz (1995): Analysis of glutathione, glutathione disulfide, cysteine, homocysteine, and other biological thiols by high-performance liquid chromatography following derivatization by N-(1-pyrenyl) maleimide. *Anal Biochem*, 227 (1995), 14 – 21.
- [35] Wyss, M., R. Kaddurah-Daouk (2000): Creatine and creatinine metabolism. *Physiol Rev*, 80 (2000), 1107 – 1213. doi: 10.1152/physrev.2000.80.3.1107
- [36] Xing, L. J., Y. Y. Hu, H. Y. Hu, Q. F. Ge, G. H. Zhou, W. G. Zhang (2016): Purification and identification of antioxidative peptides from dry-cured Xuanwei ham. *Food Chem*, 194 (2016), 951–958. <https://doi.org/10.12691/jfnr-5-5-3>.
- [37] Zhu, C. Z., W. G. Zhang, Z. L. Kang, G. H. Zhou, X. L. Xu (2014): Stability of an antioxidant peptide extracted from Jinhua jam. *Meat Sci*, 96 (2014), 783–789. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.09.004>.
- [38] Zhu, C. Z., W. G. Zhang, G. H. Zhou, X. L. Xu, Z. L. Kang, Y. Yin (2013): Isolation and identification of antioxidant peptides from Jinhua ham. *J Agric Food Chem*, 61 (2013), 1265–1271. <https://doi.org/10.1021/jf3044764>.

Dostavljeno/Received: 01.02.2023.

Prihvaćeno/Accepted: 09.02.2023.

Bioactive peptides in dry-cured ham

Abstract

Peptides and free amino acids are generated in dry-cured ham because of intense proteolysis by the action of muscle peptidases. Proteolysis results in the formation of large amounts of free amino acids and many peptides with different sequences and lengths, some of which show relevant bioactivities such as angiotensin converting enzyme inhibitory activity, antioxidant activity, antihypertensive, hypoglycemic or anti-inflammatory activity. This paper reviews recent findings showing that dry-cured ham is a good source of natural bioactive peptides that have potential benefits for human health. The bioactive peptides themselves are described, as well as their role and positive effects on the human health. Also, bioactive peptides found in dry-cured ham are described, their functions and their importance. Bioactive peptides can reduce or prevent lipid and protein oxidation in dry-cured ham contributing to a better quality of the product.

Key words: dry-cured ham, proteolysis, bioactive peptides

Bioaktive Peptide in Rohschinken

Zusammenfassung

Peptide und freie Aminosäuren entstehen in trocken gepökelttem Schinken aufgrund intensiver Proteolyse durch die Wirkung von Muskelpeptidasen. Die Proteolyse führt zur Bildung großer Mengen freier Aminosäuren und vieler Peptide mit unterschiedlichen Sequenzen und Längen, von denen einige relevante Bioaktivitäten aufweisen, wie z. B. die Hemmung des Angiotensin-Converting-Enzyms, antioxidative Aktivität, blutdrucksenkende, blutzuckersenkende oder entzündungshemmende Wirkung. In diesem Beitrag werden neuere Erkenntnisse vorgestellt, die zeigen, dass Rohschinken eine gute Quelle für natürliche bioaktive Peptide ist, die einen potenziellen Nutzen für die menschliche Gesundheit haben.

Die bioaktiven Peptide selbst werden beschrieben, ebenso wie ihre Rolle und ihre positiven Auswirkungen auf die menschliche Gesundheit. Außerdem werden die bioaktiven Peptide, die in Rohschinken enthalten sind, ihre Funktionen und ihre Bedeutung beschrieben. Bioaktive Peptide können die Oxidation von Lipiden und Proteinen in Rohschinken verringern oder verhindern und so zu einer besseren Qualität des Produkts beitragen.

Schlüsselwörter: Schinken, Proteolyse, bioaktive Peptide

Péptidos bioactivos en jamón curado

Resumen

Los péptidos y los aminoácidos libres se producen naturalmente en el jamón curado como resultado de una intensa proteólisis por la acción de las peptidasas musculares. La proteólisis da como resultado la formación de grandes cantidades de aminoácidos libres y un gran número de péptidos con diferentes secuencias y longitudes, algunos de los cuales muestran bioactividades relevantes como la inhibición de la enzima convertidora de angiotensina, actividad antioxidante, actividad antihipertensiva, hipoglucemiante o antiinflamatoria. Este artículo revisa los hallazgos recientes que muestran que el jamón curado es una buena fuente de péptidos bioactivos naturales que tienen beneficios potenciales para la salud humana. Se describen los péptidos bioactivos en sí mismos, así como su papel y efectos positivos sobre la salud humana. Asimismo, se describen los péptidos bioactivos que se encuentran en el jamón curado, sus funciones y su importancia. Los péptidos bioactivos pueden reducir o prevenir la oxidación de lípidos y proteínas en jamones, lo que contribuye a una mejor calidad del producto.

Palabras claves: jamón curado, proteólisis, péptidos bioactivos

Peptidi bioattivi nel prosciutto crudo

Riassunto

I peptidi e gli amminoacidi liberi sono prodotti naturalmente nel prosciutto crudo a seguito di un'intensa proteolisi per azione delle peptidasi muscolari. La proteolisi porta alla formazione di grandi quantità di amminoacidi liberi e di un gran numero di peptidi con sequenze e lunghezze differenti. Alcuni di questi mostrano bioattività rilevanti come l'inibizione dell'enzima di conversione dell'angiotensina-1, attività antiossidante, attività antiipertensiva, attività ipoglicemizzante o attività antinfiammatoria. Questo studio esamina le recenti scoperte che dimostrano che il prosciutto crudo è una buona fonte di peptidi bioattivi naturali con potenziali benefici per la salute umana. Vengono descritti gli stessi peptidi bioattivi, il loro ruolo e gli effetti positivi sulla salute dell'organismo umano. Sono indicati quali peptidi bioattivi si trovano nel prosciutto crudo, quali sono le loro funzioni e qual è la loro importanza. I peptidi bioattivi hanno la capacità di ridurre o prevenire l'ossidazione dei lipidi e delle proteine nei prosciutti, il che contribuisce a una migliore qualità del prodotto.

Parole chiave: prosciutto crudo, proteolisi, peptidi bioattivi