

SRPSKO VETERINARSKO DRUŠTVO



ZBORNİK RADOVA I KRATKIH SADRŽAJA

32. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE



Zlatibor, 9–12. septembar 2021.

32. SAVETOVANJE VETERINARA SRBIJE
Zlatibor, 09–12. septembar, 2021.

Organizator:

Srpsko veterinarsko društvo

Suorganizatori:

Fakultet veterinarske medicine Univerzitet u Beogradu
Poljoprivredni fakultet, Univerzitet u Novom Sadu, Departman za veterinarsku medicinu

Pokrovitelji:

Ministarstvo poljoprivrede, šumarstva i vodoprivrede, Uprava za veterinu
Veterinarska komora Srbije

Predsednik SVD: Prof. dr Milorad Mirilović, dekan FVM

Organizacioni odbor:

Predsednik: Milorad Mirilović

Potpredsednici: Stamen Radulović i Miodrag Rajković

Sekretar: Jasna Stevanović

Tehnički sekretar: Katarina Vulović

Marketing menadžer: Nebojša Aleksić

Programski odbor:

Nedeljko Karabasil (predsednik), Danijela Kirovski, Sonja Radojičić, Sanja Aleksić Kovačević, Bojan Toholj,
Slobodanka Vakanjac, Ivan Vujanac, Vitomir Čupić, Dragan Šefer, Milan Maletić, Vladimir Dimitrijević

Počasni odbor:

Branislav Nedimović, Emina Milakara, Nedeljko Tica, Ivan Bošnjak, Ivan Stančić, Mišo Kolarević,
Saša Bošković, Nenad Budimović, Ratko Ralević

Sekretarijat:

Slobodan Stanojević, Sava Lazić, Ivan Miloš, Miodrag Bošković, Radislava Teodorović, Milutin Simović,
Zoran Rašić, Milan Đorđević, Predrag Maslovarić, Zoran Jevtić, Zoran Knežević, Vojislav Arsenijević,
Ljubinko Šterić, Dragutin Smoljanović, Miloš Petrović, Bojan Blond, Vesna Đorđević, Dobrila Jakić-Dimić,
Branislava Belić, Slavica Kuša Jelesijević, Milica Lazić, Laslo Matković, Darko Bošnjak, Petar Milović,
Rade Došenović, Nikola Milutinović, Gordana Žugić, Jasna Stevanović, Željko Sladojević

Izdavač:

Srpsko veterinarsko društvo, Beograd

Za izdavača:

Prof. dr Milorad Mirilović, predsednik SVD

Urednici:

Prof. dr Miodrag Lazarević i prof. dr Nedeljko Karabasil

Lektura i korektura: Prof. dr Lazarević Miodrag

Tehnički urednik: Lazarević Gordana

Tehnička izrada korica: Branislav Vejnović

Štampa: Naučna KMD, Beograd, 2021

Tiraž: 400 primeraka

ISBN 978-86-83115-43-3

KULINARSKI I INDUSTRIJSKI POSTUPCI OMEKŠAVANJA MESA

**Milan Ž. Baltić^{1,2,3}, Saša Bošković⁴, Ivana Branković Lazić⁵,
Branislav Baltić⁶, Antonija Rajčić⁷, Jelena Janjić⁸, Marija Starčević⁹**

¹Dr Milan Ž. Baltić, redovni profesor u penziji, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Beograd, R. Srbija;

²Akademija veterinarske medicine, SVD Beograd, R. Srbija,

³Matica Srpska Novi Sad, R. Srbija;

⁴Saša Bošković, DVM, Veterinarski ured Bosne i Hercegovine, Sarajevo, BiH;

⁵dr Ivana Branković Lazić, naučni saradnik, ⁶dr Branislav Baltić, naučni saradnik, Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd, R. Srbija;

⁷Antonija Rajčić, DVM, ⁸dr Jelena Janjić, viši naučni saradnik, Fakultet veterinarske medicine Univerziteta u Beogradu, Beograd, R. Srbija;

⁹dr Marija Starčević, viši naučni saradnik, Vojska Srbije, Beograd, R. Srbija

Kratak sadržaj

Cilj ovog rada je bio upoznavanje sa postupcima omekšavanja mesa, kao jedne od značajnih osobina kvaliteta mesa, bilo da se radi o postupcima koji se koriste u kulinarскоj pripremi mesa (domaćinstva, ugostiteljstvo) ili industrijskoj obradi mesa. Postupci obrade mesa mogu da budu premortalni (uglavnom napušteni) i postmortalni. Od postmortalnih postupaka koriste se različiti fizički postupci (zagrevanje, mehanička obrada, injektovanje, zasecanje, primena ultrazvuka, elektrostimulacija i visoki pritisak), a od hemijskih (aktivnost endoenzima i egzoenzima), mariniranje (soli, fosfati, ulja, začini). Vrlo često se koriste kombinovani postupci (fizički i hemijski). Za uspešnost omekšavanja mesa, najčešće se u praksi koriste instrumentalne metode (WBSF) i senzorna analiza.

Ključne reči: fizički i hemijski postupci, mekoća, meso, ocena mekoće

UVOD

Kulinarska obrada i prerada mesa su završni deo tehnologije mesa kojim se meso, odnosno proizvodi od mesa, pripremaju za upotrebu (jelo). Cilj kulinar-ske obrade i prerade mesa je lakša svarljivost u digestivnom traktu ljudi, počevši od usta, preko želuca, do crevnog trakta. Može se reći da su kulinarska obrada i prerada mesa postupci koji mogu da se označe kao eksterna mastikacija i digestija. Kako čovek nije karnivor, to se eksternim postupcima (mastikacija, digestija) postiže ono što karnivori mogu da postignu svojim digestivnim sistemom. Pomenuti eksterni postupci, kulinarska obrada i prerada mesa, olakšavaju aktivnost digestivnog trakta čoveka. Uspešnosti eksterne mastikacije i digestije mesa doprineo je najstariji postupak omekšavanja mesa, odnosno zagrevanje. Upotreba vatre i mogućnost njenog kontrolisanja je u evolutivnom razvoju čoveka verovatno jedan od najvažnijih momenata. Vatra je omogućila značajnije učešće mesa u ishrani ljudi, a to je doprinelo povećanju mase tela, razvoju mozga, promenama

na zubima, smanjenju digestivnog trakta i smanjenju potrebe da čovek bude u stalnoj potrazi za hranom. Uspravan hod je oslobodio ruke za druge potrebe, pa je čovek počeo da izrađuje oruđe od kamena i da uoči da taj postupak izaziva pojavu iskri (vatre). Upotreba ruku pomogla mu je da sa gestikularne pređe na međusobnu govornu komunikaciju. Sve to uslovalo je da bude sasvim čovek. Nije isključeno da je pored upotrebe vatre za omekšavanje mesa, čovek vrlo rano empirijski došao do saznanja o endogenom zrenju mesa. To se dešavalo u slučajevima ulova neke veće životinje čije meso čovek nije mogao da potroši za nekoliko dana. Optimalni prirodni uslovi čuvanja (hlađenja) sprečavali su nastanak kvara, a pojava omekšavanja odstajalog mesa nije ostala nezapažena kod čoveka tog vremena, naročito ako je bila zapažena više puta.

Danas se sve više, s obzirom na način života, traži RTE (engl. *ready to eat*) hrana i hrana pripremljena za termičku obradu (RTC. engl. *ready to cook*), što pruža mogućnost industriji mesa da ponudi potrošaču veliki broj različitih proizvoda od mesa.

Jedan od razloga potrebe za omekšavanjem mesa vezan je za demografske promene u stanovništvu, naročito u razvijenim zemljama sveta. Naime, u svetu je u stalnom porastu broj stanovnika starijih od 60 godina (danas ih je u svetu preko jedne milijarde), kao i broj ljudi obolelih od hroničnih nezaraznih bolesti (kardiovaskularne bolesti, kancer i dijabetes), lošim statusom zuba i različitim bolestima usta (otežano žvakanje i gutanje). U velikom broju slučajeva, za ovu populaciju, hranu treba modifikovati da bi se omogućilo iskorišćavanje njene nutritivne vrednosti (makro i mikroelemenata), a može da bude i obogaćena mineralima i vitaminima. To modifikovanje hrane se, pre svega odnosi, na omekšavanje hrane što omogućava zadovoljavajuću mastikaciju (žvakanje) hrane i njeno natapanje tečnošću (salivacija iz pljuvačnih žlezda) i pripremu zalogaja za akt gutanja.

Omekšavanje mesa

Postupci omekšavanja mesa mogu da se podele na premortalne i postmortalne. Premortalni postupci su danas napušteni, a pominju se u literaturi i vezuju za primenu na govedima kojima je oralno davan rastvor vitamina D3. On ima ključnu ulogu u aktiviranju kalpainskih enzimskih sistema. Pominje se takođe i intravenska aplikacija egzogenih biljnih enzima (papain i njegovi derivati) kod goveda. U svrhu omekšavanja mesa primenjivana je kod goveda intravenska aplikacija natrijum hlorida i fosfata (Amini i sar., 2021; Dümen, 2006). U SAD je 1964. godine, registrovan patent za premortalno omekšavanje mesa goveda koji se zasnivao se na intravenskom ubrizgavanju papaina.

Postmortalni postupci omekšavanja mesa mogu da se podele na fizičke (mehaničke), hemijske (mariniranje, endogeni i egzogeni enzimi), ali se u praksi vrlo često koriste kombinovani postupci (fizički i hemijski).

Fizički postupci omekšavanja mesa

Fizički postupci podrazumevaju primenu mehaničke sile, ultrazvuka, elektrostimulaciju, hidrodinamički pritisak ili visok hidrostatički pritisak (Amin i sar., 2014; Gomez i sar., 2020; Bhat i sar., 2018). Od fizičkih metoda se najčešće koriste različiti postupci zagrevanja pri različitim temperaturama, sa dodavanjem vode ili bez nje (barenje, kuvanje, pirjanje, prženje, pečenje, roštiljanje). Ovo uključuje i primenu mikrotalasa. Toplotnom obradom mesa utiče se na bezbednost mesa u pogledu prisustva bioloških opasnosti (bakterije, paraziti), ali se utiče i na smanjenje nutritivne vrednosti (smanjenje sadržaja pojedinih aminokiselina i vitamina). U toku zagrevanja, menja se tekstura mesa usled denaturacije proteina miofibrila i proteina sarkoplazme, a usled hidrolize kolagena dolazi do razmekšavanja mesa. Kolagen se razlaže u manje molekule, a konačan ishod je dobro rastvorljivi želatin koji ima sposobnost vezivanja vode (Margean i sar., 2017). Proteini mišićnog tkiva su generalno, slabo rastvorljivi i imaju malu sposobnost vezivanja vode. Pored konvencionalnog zagrevanja mesa, u fizičke postupke se ubraja i obrada mesa pri niskim temperaturama u dužem vremenu (*sous vide* - obrada u vakuumu) (Gomez i sar., 2020; Kilibarda i sar., 2018). U fizičke postupke bez zagrevanja ubraja se primena mehaničke sile usitnjavanjem, zarezivanjem i injektovanjem, obrada ultrazvukom, primena visokog pritiska, elektrostimulacija i upotreba impulsnog električnog polja (Gomez i sar., 2020). Od mehaničkih postupaka, za omekšavanje mesa se koriste udaranje nazubljenim tupim predmetom, čekićem koji se koristi u kulinarskoj obradi mesa u domaćinstvima i u ugostiteljstvu ili propuštanje kroz dva nazubljena valjka, pri čemu se razmak između valjaka prilagođava debljini komada mesa (Margean i sar., 2017; USA patent, 1982). Jedan od mehaničkih postupaka omekšavanja mesa je usitnjavanje (mlevenje) mesa. Ono se koristi, kako u kulinarskoj obradi, tako i u industrijskoj izradi proizvoda od mesa. Još u 19. veku je konstruisana prva mašina za mlivenje mesa. Ona je kasnije modifikovana i danas je taj modifikovni oblik u upotrebi. Mlevenjem u mašini, meso je izloženo dvema mehaničkim silama, od kojih je prva, sila pritiska u „pužu“ koji usmerava meso prema nožu i perforiranoj ploči. Nož i ploča izlažu meso sili sečenja. Sila pritiska u pužu je veća ukoliko su otvori na ploči manji i ukoliko su nož i ploča tupi. Sila sečenja se smanjuje povećanjem oštine noža i ploče. Treba naglasiti da je pri oštrenju potrebno istovremeno oštriti i nož i ploču. U industrijskim uslovima, meso se češće usitnjava u kuteru (seckalici) u kome je izloženo sili sečenja. Ovim postupkom, meso može da se usitni u tolikoj meri da u potpunosti izmeni strukturu (mesno testo).

Za omekšavanje mesa živine sa manom WB i WS preporučuje se zasecanje mesa (engl. *blade tendersation*) posebnim uređajem koji sadrži set oštrica (debljina 0,5 mm, širina 8,5 mm, visina 30 mm) koje mogu da se koriste u domaćinstvu i u ugostiteljstvu (48 oštrica) (Margean i sar., 2017; Tasoniero i sar., 2019). U industrijskim uslovima, upotrebljava se analogan uređaj onom koji se koristi u domaćinstvima sa većim brojem oštrica postavljenim iznad trake koja prolazi ispod njih. Oštrice narušavaju strukturu mišićnog i vezivnog tkiva, a u kombi-

naciji sa mariniranjem ili primenom enzima omogućavaju prodiranje marinade, odnosno enzima u dublje slojeve mišića, što doprinosi efikasnijem omekšavanju. Injektovanje mesa (ubrizgavanje rastvora soli, fosfata i drugih dodataka) je čest postupak u industrijskoj preradi mesa, a takođe doprinosi omekšavanju mesa. Ultrazvuk se koristi za omekšavanje mesa, budući da dovodi do fragmentacije miofibrila i vezivnog tkiva, a narušava i strukturu lizozoma, što dovodi do oslobađanja hidrolitičkih enzima (Xiong i sar., 2020; Meek i sar., 2000). Primenom ultrazvuka određenih performansi (snaga 1 000 W, 60 procenata amplituda i 25 KHz frekvenca) u određenom vremenu (9 ili 18 minuta) može se kod proizvoda od mesa (u pripremi emulzije) smanjiti upotreba fosfata i do 50 procenata (Pinton i sar., 2019). Elektrostimulacija se primenjuje uglavnom kod trupova goveda pre nastanka rigora čime se pospešuje glikoliza i brz pad rN vrednosti, oslobađaju rezerve intracelularnog kalcijuma i tako dolazi do sprečavanja pojave poznate kao rigor hlađenja (engl. *cold shortening*) (Vuković, 2012). Udar hidrodinamičkih talasa rezultira pucanjem sarkomera proteina i omekšavanjem mesa. Hidrostatički pritisak (350-600 MRa za nekoliko minuta) dovodi do destrukcije kvarterne i tercijarne strukture proteina, narušava jonske i vodonične veze u proteinima, što ima za posledicu denaturaciju proteina i stvaranje gela (Gomez i sar., 2020; Vuković, 2012).

Hemijski postupci omekšavanja mesa

Hemijski postupci omekšavanja uključuju upotrebu soli (natrijuma ili kalijuma kao sastojaka marinade), organskih kiselina (sirćetna, limunska ili mlečna), fosfata i citrata. Marinade pored toga mogu da sadrže vino, ulje, začine, šećer, sokove i voće. Pri mariniranju mesa može da se primeni i mehanička obrada (masiranje, tamblovanje) koja je uobičajena u industrijskim uslovima proizvodnje. Omekšavanje mesa nastaje kao posledica različitih fizičko-hemijskih mehanizama, pa tako soli, kiseline i fosfati, egzoenzimi iz marinade difunduju u meso i povećavaju hidriranje proteina (Gomez i sar., 2020; Alvarado i McKee, 2007).

Enzimsko omekšavanje mesa podrazumeva izlaganje mesa delovanju endoenzima (primenjuje se uglavnom za zrenje goveđeg mesa - stek) i egzoenzima. U postmortalnim procesima u mišićima, endoenzimi imaju značajnu ulogu u omekšavanju mesa u toku njegovog zrenja. Endogeni enzimi uključuju proteolitičke enzime među kojima su značajni kalpaini, lizozomalne proteaze i katepsini. Oni su uključeni u narušavanje proteina miofibrila i citoskeleta. U literaturi se često govori o značaju kalpain sistema za postmortalnu proteolizu i omekšavanje mesa. U ovom sistemu od kalpaina su značajni m-calpain, μ -calpain i calpain 3, kao i kalcijum i kalpastatin (inhibitor). Kalpaini su cisteinske proteaze i narušavaju miofibrilarne proteine (tropomiozin, troponin T, troponin I, C-protein, konektin, titin, vinkulin i dezmin). Zrenje goveđeg steka pri skladištenju u kontrolisanim uslovima (temperatura 0 do 4 °C, vlažnost vazduha 75 do 80 procenata), traje čak i do 55 dana (Bhat i sar., 2018; Gomez i sar., 2020; Arshad i sar., 2016). Proizvod posle zrenja ima karakterističan ukus (umami) i pri tom je očuvana nutritivna

vrednost mesa. Među endogene postupke omekšavanja mesa može da se ubroji i postupak zrenja pršute. Zrenje ovog soljenog i hladno dimljenog proizvoda (može i bez dima) sa pritiskom ili bez pritiska traje 7-8 meseci, pa do nekoliko godina. U toku zrenja, proizvod ne samo da dobija karakterističan miris i ukus, već i omekšava, što doprinosi njegovim veoma poznatim senzorskim osobinama.

Egzoeni enzimi koji se koriste za omekšavanje mesa su biljnog ili bakterijskog porekla ili potiču od gljivica. Do sada je pet egzogenih enzima označeno kao GRAS (engl. *generally regarded as safe*) za upotrebu u industriji mesa (Ha i sar., 2013). Od biljnih proteina se koriste papain (*papaya*), bromelain (*pineapple*), ficin (*figs*), a od bakterijskih *Bacillus* proteaze (*B. subtilis*) i aspartat proteaze (*Aspergillus oryzae*) (Stefanek i sar., 2020; Buyukyavuz, 2014; Ketnawa i Rawdkuen, 2011). Egzoenzimi imaju definisane optimalne temperature i pH vrednosti za svoje aktivnosti. Njihova aktivnost prema hidrolizi proteina miofibrila, odnosno kolagena je različita. Tako papain izuzetno dobro hidrolizuje proteine miofibrila, a umereno kolagene. Obrnuti slučaj je kod bromelaina, odnosno ficina. *Aspergillus* proteaza umereno deluje na hidrolizu proteina miofibrila, a slabo na hidrolizu kolagena. *Bacillus* proteaza izuzetno dobro deluje na hidrolizu kolagena, a slabo na hidrolizu miofibrila (Arshad i sar., 2016). Zbog toga se u omekšavanju mesa preporučuje upotreba kombinacije dva ili više egzoenzima. Pri omekšavanju mesa egzoenzimima mogu da se koriste i drugi dodaci (kiseline, fosfati, soli), kao i drugi postupci (tamblovanje, masiranje, injektovanje, zasecanje i *sous vide*). Za omekšavanje mesa mogu da se koriste i sokovi voća i začini (kivi, lubenica, ananas, đumbir) (Indarto i sar., 2018; Kakash i sar., 2019).

Procena efikasnosti omekšavanja mesa

Za ocenu efikasnosti omekšavanja mesa koriste se brojni različiti postupci (senzorska analiza, instrumentalna analiza-poznata kao Warner-Bratzler sila smicanja - *shear force*-WBSF, kalo termičke obrade, stabilnost emulzije, izdvajanje masti, pH, aw i TBARS, elektroforeza, elektronska mikroskopija, histološka analiza, indeks proteolize i sposobnost vezivanja vode). Od navedenih metoda ispitivanja efikasnosti omekšavanja mesa najčešće se koriste senzorska analiza i WBSF. Korelaciona zavisnost između rezultata dobijenih senzorskom analizom i WBSF instrumentalnom analizom je od - 0,914 do - 0,001. Slaba korelaciona zavisnost je posledica učešća neobučениh i netreniranih ocenjivača u oceni mekoće mesa (Warner i sar., 2011).

„Mekoća“ je termin koji se često koristi u opisu osobine mesa i vezan je za teksturu. Tekstura se definiše kao skup mehaničkih, geometrijskih i površinskih svojstava proizvoda koja mogu da se osete čulima. Mehanička svojstva se uglavnom dele na pet primarnih osobina: čvrstinu (tvrdoću), kohezivnost (povezanost), viskoznost, elastičnost i adhezivnost. Čvrstina je mehaničko teksturalno svojstvo koje se odnosi na silu potrebnu da se proizvod deformiše ili probije. U ustima se to opaža u toku kompresije proizvoda između zuba (čvrsto) i između jezika i nepca (polučvrsto). Osnovni pridevi koji odgovaraju različitim nivoima

čvrstine su mek (nizak nivo), čvrst (umeren nivo) i tvrd (visok nivo). U opisu osobina mesa i proizvoda od mesa može da se koristi i termin kohezivnost koji označava mehaničko teksturalno svojstvo koje se odnosi na stepen do koga neka supstancija (proizvod) može da bude deformisana pre nego što pukne. Ona uključuje sledeće osobine: lomljivost, mogućnost žvakanja i guminoznost. Za ocenu mekoće mesa najčešće se koristi procena podesnosti za žvakanje (žvakljivost) što predstavlja mehaničko teksturalno svojstvo koje se odnosi na podesnost za žvakanje i dužinu trajanja vremena ili broj mastikacija (zagrižaja) potrebnih da se čvrst proizvod dovede u stanje u kome može da se proguta. Osnovni termini koji odgovaraju različitim nivoima podesnosti za žvakanje su: nežan, mek (nizak nivo), žvaće se (umeren nivo) i žilav (visok nivo). Za opis teksturalnih osobina mesa ređe se koriste osobine guminoznost i elastičnost. Svi navedeni termini vezani za teksturu hrane su predmet ISO standarda (Anon., 1992; Baltić 1992). Sasaki i sar. (2014) preporučuju za definisanje mekoće mesa termine pod odrednicom tvrdoća (*hardness*) i odrednicom podesno za žvakanje (*chewiness*).

Najčešće se uspešnost omekšavanja mesa utvrđuje senzornom analizom i instrumentalnim postupkom poznatim kao Warner-Bratzler test (WBSF). Danas se za ovaj test najčešće koristi uređaj firme "Instron", za ispitivanje ne samo mesa, nego i mehaničkih osobina i performansi drugih vrsta hrane i materijala. Test se za ispitivanje mekoće mesa (ne pod imenom WBSF) se prvi put pominje krajem 19. veka, a opisan je prvi put 1907. godine (Lehman, 1907), kao uređaj za merenje sile sečenja mesa. Tridesetih godina prošlog veka, o merenju mekoće mesa svoje rezultate saopštavaju Warner i Bratzler, a zatim i drugi istraživači (Warner i sar., 2021). Vremenom je uređaj usavršavan i danas se vrlo često koristi za ispitivanje mehaničkih osobina mesa. Danas je WBSF ocena mekoće mesa standardizovana, kako u pogledu pripreme uzorka, tako i u pogledu izbora i definisanja performansi uređaja. Ovim je u potpunosti omogućeno poređenje rezultata iz različitih ispitivanja. WBSF se izražava u njutnima (N) ili u kilogramima (1 N = 0,1 kg ili preciznije, 1 N = 0,10197 kg, odnosno 1 kg = 9,8066 N). Prema Petroviću i sar. (2013) postoji pet klasa mekoće goveđeg mesa dobijenih WBSF merenjem: (1) < 3,5 kg; (2) 3,5 – 4,5 kg; (3) 4,51 – 5,5 kg; (4) 5,51 – 6,5 i (5) > 6,5 kg. Meso čija je mekoća 5 kg i manja može da se stavlja u maloprodaju, a ono sa većim vrednostima je namenjeno preradi. U Venecueli su uvedene tri kategorije mekoće goveđeg mesa: (1) <3,86 kg; (2) >3,86<4,98 kg i (3) >4,98 kg (Rodas- Gonzales i sar., 2005). WBSF goveđe meso mekoće iznad 52,68 N (5,38 kg), Destefnis i sar., (2008), klasifikuju kao tvrdo, a ispod 42,87 N (4,37 kg) kao meko. Između ove dve vrednosti, mekoća mesa je definisana kao „*intermediate*”. Prema Ristiću i sar., (2011) mekoća mesa goveda je između 40 i 80 N, svinja 30 i 60 N, živine 10 i 30 N i kunića 10 i 40 N. U literaturi se navode brojni podaci o mekoći mesa i činiocima koji su vezani za nju (vrsta mesa, starost, ishrane i uslovi gajenja životinja, izbor mišića, stepen zrenja, hemijski sastav mesa, način pripreme, termička obrada i postupci omekšavanja).

ZAKLJUČAK

Mekoća mesa je važna i karakteristična osobina kvaliteta mesa koja se najčešće utvrđuje instrumentalno i senzornom analizom. Za bolje razumevanje mekoće mesa neophodno je dobro poznavanje mehanizama omekšavanja mesa. U literaturi se o mekoći mesa vrlo često govori, a u istraživanje mekoće mesa su uključeni doktori veterinarske medicine, biolozi, biohemičari, biofizičari, tehnolozi i nutricionisti, što govori o multidisciplinarnom pristupu ovoj karakteristici mesa.

Zahvalnica:

Ovu studiju je podržalo Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije, u skladu sa odredbama Ugovora o finansiranju istraživanja 2021. godine (br. 451-03-9/2021-14/200050 od 05.02.2021).

LITERATURA

1. Alvarado C, McKee S, 2007, Marination to improve functional properties and safety of poultry meat, *J Appl Poult Res*, 16, 113–20; 2. Amin T, Bhat S, Sharma N, 2014, Technological advancements in meat tenderization - A review, *J Meat Sci Technol*, 2 1- 9; 3. Anon, 1992. ISO-10993: biological evaluation of medical devices - Part I: guidance on selection of tests. London. International Organisation for Standardisation; 4. Arshad SA, Kwon JH, Imran M, Sohaib M, Aslam A et al., 2016 Plant and bacterial proteases: A key towards improving meat tenderization, a mini review, *Cogent Food Agricul*, 2, 1261780; 5. Bajovic B, Bolumar T, Heinz V, 2012, Quality considerations with high pressure processing of fresh and value added meat products, *Meat Sci*, 92, 280–9; 6. Baltić M, 1992 Kontrola namirnica, Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Beograd; 7. Bhat ZF, Morton JD, Mason SL, Bekhit ADA, 2018, Role of calpain system in meat tenderness: A review, *Food Sci Hum, Wellness*, 7, 196–204; 8. Buyukyavuz A, 2014, Effect of bromelain on duck breast meat tenderization, *All Theses*, 1929; 9. Destefanis G, Brugiapaglia A, Barge MT, Dal Molin E, 2008, Relationship between beef consumer tenderness perception and Warner–Bratzler shear force, *Meat Sci*, 78, 3, 153–6; 10. Dümen E, 2006, The role of proteinase enzymes in the process of conversion of muscle to meat, *Vet glasnik*, 60, 3-4, 195-206; 11. Gómez I, Janardhanan R, Ibañez FC, Beriain MJ, 2020, The Effects of Processing and Preservation Technologies on Meat Quality: Sensory and Nutritional Aspects *Foods*, 9, 1416. 12. Ha M, Bekhit AED, Carne A, Hopkins DL, 2013, Comparison of the Proteolytic Activities of New Commercially Available Bacterial and Fungal Proteases toward Meat Proteins, *J Food Sci*, 78, 170–7; 13. Indarto C, Sheu SC, Li P, 2018, Improving meat tenderness by using protease extract from paddy oats (*Gnetum gnemon*) fruit peel, In Proc. of the 9 th International Symposium on Machinery and Mechatronics for Agriculture and Biosystems Engineering (ISMAB) Jeju, Korea; 14. Kakash Bagheri S, Hojjatoleslami M, Babei G, Molavi H, 2019, Kinetic study of the effect of kiwi fruit actinidin on various proteins of chicken meat, *Food Sci. Technol*, 39, 980–92. 15. Ketnawa S, Rawdkuen S, 2011, Application of bromelain extract for muscle foods tenderization, *Food Nutri Sci*, 2, 393–401; 16. Kilibarda N, Brdar I, Baltić B, Marković V, Mahmutović H et al., 2018, The safety and quality of *sous vide* food, *Meat Technol*, 38–45; 17. Lehman KB, 1907, Studies of the causes for the toughness of

meats, Arch Hyg, 63, 134-42; **18.** Margean A, Mazarel A, Lupu M, Canja C, 2017, Tenderization, a method to optimize the meat sensory quality, Bull Transilv Univer Braşov, 10, 125- 30; **19.** Meek KI, Claus JR, Duncan SE, Marriott NG, Solomon MB et al., 2000, Quality and sensory characteristics of selected post-rigor, early deboned broiler breast meat tenderized using hydrodynamic shock waves, Poult Sci, 79, 126–36; **20.** Petrović Z, Milićević D, Parunović N, 2013, Totalno upravljanje kvalitetom u proizvodnji i distribuciji govedeg mesa, Tehnologija mesa, 54, 2, 97-107. **21.** Pinton MB, Correa LP, Facchi MMX, Heck RT, Leães YSV et al., 2019, Ultrasound: A new approach to reduce phosphate content of meat emulsions, Meat Sci, 152, 88–95; **22.** Ristić M, 2011 Mekoća mesa – uporedni prikaz govedeg, svinjskog i živinskog mesa i mesa kunića, Tehnologija mesa, 52, 1, 172-81; **23.** Rodaz-Gonzales A, Jerez-Timaure N, Huerta-Leidenz N, 2005, Identification of tenderness threshold for Warner-Bratzler force in Venezuelan beef, 51st International Congress of Meat Science and Technology, Baltimore, Maryland USA; **24.** Sasaki K, Motoyama M, Narita T, Hagi T, Ojima K et al., 2014, Characterization and classification of Japanese consumer perceptions for beef tenderness using descriptive texture characteristics assessed by a trained sensory panel, Meat Sci, 96, 994 -1002; **25.** Stefanek J, Scanga J, Belk K, Smith G, 2002, Effects of enzymes on beef tenderness and palatability traits, Colorado State University Animal Science, Department of Animal Science USA, 61–6. **26.** Tasoniero G, Bowker B, Stelzleni A, Zhuang H, Rigdon M et al, 2019, Use of blade tenderization to improve wooden breast meat texture, Poult Sci, 98, 4204–11; **27.** United State Patent 1982, Methods for tenderizing cut meat portions. **28.** Vuković I, 2012 Tehnologija mesa, Fakultet Veterinarske medicine, Beograd; **29.** Warner R, Miller R, Ha M, Wheeler T, Dunshea F et al., Meat Muscle Biol, 4, 2, 17, 1-25. **30.** Xiong G, Fu X, Pan D, Qi J, Xu X, Jiang X, 2020, Influence of ultrasound-assisted sodium bicarbonate marination on the curing efficiency of chicken breast meat, Ultrason Sonochem, 60, 104808.