

Z. Antunović, Željka Klir Šalavardić, J. Novoselec

Pregledni znanstveni članak - Review scientific paper
Primljeno- Received: 8. ožujak – March 2023

SAŽETAK

U procesu prerade rajčice nastaju različiti nusproizvodi i to: komina, pulpa, pokožica, sjemenke, ali i neiskorišteni dijelovi ploda koje treba zbrinuti u cilju smanjenja štetnih učinaka na okoliš. Komina rajčice je najzastupljeniji nusproizvod koji nastaje pri preradi rajčice. Cilj ovoga rada je prikazati mogućnosti upotrebe nusproizvoda rajčice u hranidbi domaćih životinja podijeljenih prema građi probavnog sustava s posebnim osvrtom na novije znanstvene spoznaje te predložiti njihove optimalne razine korištenja. Nusproizvodi rajčice imaju značajan udio vode i ugljikohidrata, manju količinu bjelančevina i lipida, a bogati su bioaktivnim spojevima prije svega onima iz skupine karotenoida, osobito likopenom. Učinkovitost upotrebe nusproizvoda rajčice ovisi o građi probavnog sustava domaćih životinja, dobi i proizvodnoj fazi životinja te kompoziciji obroka i formi ponuđenog nusproizvoda. Analizom dostupne literature o upotrebi nusproizvoda rajčice u hranidbi domaćih životinja može se zaključiti da je u cilju postizanja povoljnih proizvodnih i fizioloških učinaka te sprječavanja njihovog negativnog djelovanja za preporučiti kod nepreživača do 10 ili maksimalno 15 % obroka, a kod preživača i više od 20 %.

Ključne riječi: nusproizvodi rajčice, hranidba, preživači, nepreživači, komina rajčice

UVOD

U svijetu se godišnje proizvede oko 200 milijuna tona rajčice, gdje na EU otpada oko 20 milijuna. U Republici Hrvatskoj se prema podacima Državnog zavoda za statistiku proizvede oko 30 tisuća tona rajčice. Smatra se da je rajčica po proizvodnji, ali i po konzumaciji, drugo povrće u svijetu po važnosti, odmah iza krumpira. Rajčica se konzumira u svježem stanju ili prerađuje u različite vrste poluproizvoda i gotovih proizvoda (koncentrat, umaci, kečap, pelati, sokovi, sušena rajčica i dr.) pri čemu nastaju i značajne količine organskog otpada u tekućem i krutom stanju. Tako u procesu prerade rajčice nastaju različiti nusproizvodi i to: komina, pulpa, poko-

žica, sjemenke, ali i neiskorišteni dijelovi ploda koje treba zbrinuti u cilju smanjenja štetnih učinaka na okoliš (Dragović-Uzelac i sur., 2017.). Plod rajčice sadrži 1,0-1,5 % sjemenki i 1,5-2,5 % pokožice i vlakana, te dominantno oko 94-96 % soka (Heuvelink, 2018.). Najpopularnija je prerada rajčice u pastu koju dalje koristimo u proizvodnji drugih proizvoda (juhe, umaci, kečap; Isik i Topkaya, 2016.). Tijekom industrijske prerade rajčice nastaje od 10 do 40 % nusproizvoda (Rawson i sur., 2014.).

Komina rajčice je najzastupljeniji nusproizvod koji nastaje pri preradi rajčice. Smatra se da je to količina 2-5 % od mase sirove rajčice (Strati i Oreopoulou, 2014.), a čine ju najvećim dijelom pokožica,

Prof. dr. sc. Zvonko Antunović, e-mail: Zvonko.Antunovic@fazos.hr, orcid.org/0000-0002-4922-705X; Doc. dr. sc. Željka Klir Šalavardić, e-mail: zeljka.klir@fazos.hr, orcid.org/0000-0003-4078-6864; izv. prof. dr. sc. Josip Novoselec, e-mail: josip.novoselec@fazos.hr, orcid.org/0000-0001-9763-3522, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

ostatak pulpe i sjemenke. Često se nusproizvodi rajčice odlažu kao otpad što narušava okoliš, dok se sporadično koriste i u hranidbi životinja. Pokožica i sjemenke rajčice su nusproizvodi koji nastaju pri konzerviranju rajčice. Neki od nusproizvoda rajčice se koriste i kao izvori funkcionalnih sastojaka važnih za prehrambenu industriju te kao sirovina za nutraceutike i kozmetičku industriju. Kako se povećava proizvodnja hrane u svijetu tako nastaju i sve veće količine nusproizvoda poljoprivredno-prehrambenih industrija pa tako i nusproizvoda nastalih pri preradi rajčice. Stoga brojni strateški dokumenti uključuju stavke koje će doprinijeti učinkovitijem iskorištavanju tako nastalih nusproizvoda/otpada kao potencijalne sirovine u proizvodnji hrane. Uključivanje nusproizvoda rajčice u obroke životinja u određenim količinama očituje se u povoljnom učinku na njihove performanse i kvalitetu proizvoda (Travieso i sur., 2022.). Još uvijek je nedovoljna iskorištenost nusproizvoda iz prerade povrća i voća gdje se različitim ekstrakcijama mogu izdvojiti različiti visoko vrijedni bioaktivni spojevi čijim se uključivanjem u hranidbeni proces mogu dobiti obogaćeni animalnih proizvodi što će pridonijeti procesu stvaranja funkcionalne hrane (Kasapidou i sur., 2015.). Navedeno predstavlja važnu nišu u osmišljavanju multidisciplinarnih istraživanja usmjerenih k tom cilju. Također se oni koriste u ekstrakciji važnih sastojaka za ljudsku prehranu, ali se mogu koristiti i za proizvodnju bioenergenata (Judy i sur., 2019.).

Cilj ovoga rada je prikazati upotrebu nusproizvoda rajčice u hranidbi domaćih životinja podijeljenih prema građi probavnog sustava s posebnim osvrtom na novije znanstvene spoznaje te na osnovi navedenoga predložiti njihove optimalne razine korištenja.

Nusproizvodi rajčice – primjena i hranidbena vrijednost

Prerodom rajčice nastaju različiti nusproizvodi kao što su pulpa, pokožica, sjemenke i neiskorišteni jestivi dijelovi ploda. Oni sadrže značajne količine vode (80 % i više), ugljikohidrate, ali i manju količinu bjelančevina i lipida (Mirabella i sur., 2014.). Nusproizvodi rajčice su nešto slabije probavljivosti, ali su dobar izvor masti i bjelančevina. Mogu biti gorki pa ih se treba kombinirati s više ukusnih krmiva. Nusproizvodi rajčice sadrže visoko vrijedne bioaktivne spojeve od kojih se izdvajaju oni iz skupine karotenoida (likopen, β -karoten, kao i manje količine luteina, α -karotena, cis- β -karotena) te prehrambena

vlakna, vitamin C, tokoferoli, fenolni spojevi, steroli i dr. (Kalogeropoulos i sur., 2012.). Bogatstvo nusproizvoda rajčice fenolnim kiselinama i flavonoidima ukazuje na njihov kvalitetan potencijal kroz antioksidativno i antikancerogeno djelovanje (Stajčić i sur., 2014.). Nusproizvodi nastali pri preradi rajčice vrlo su osjetljivi na mikrobiološko kvarenje, osobito pri neodgovarajućem uskladištenju. Navedeno dovodi do povećanje emisije stakleničkih plinova koji mogu značajno utjecati na globalno zagrijavanje i klimatske promjene (Szabo i sur., 2018.), ali i na pojavu vrlo neugodnih mirisa te razvoja različitih štetoinja (muhe, komarci...) koji su prijatna zdravlju. Stoga je njihova upotreba u hranidbi životinja dobar način sprječavanja onečišćenja okoliša (del Valle i sur., 2006.). Osim toga, još je jedan ograničavajući čimbenik za kvalitetniju upotrebu ovih nusproizvoda a to su relativno visoki troškovi odgovarajućeg dužeg transporta i skladištenja (Kumar, 2013.).

U Tablici 1. prikazan je sastav nusproizvoda rajčice.

Komina rajčice smjesa je pokožica i zdrobljenih sjemenki s malim količinama pulpe. Komina rajčice je vrijedan izvor bjelančevina, energije i vlakana (Tablica 1.). Kominu rajčice čine najčešće prehrambena vlakna (do 50 % ST-suha tvar) (del Valle i sur., 2006.). Probavljivost organske tvari komine rajčice je oko 62 %, što ovisi o odabranoj analitičkoj metodi istraživanja. Kako je prikazano u tablici 1 komina rajčice bogata je mineralima, osobito Ca, P, Mg, Na i K, a siromašna Fe i Zn (Lu i sur., 2022.). Svježi nusproizvodi nastali pri preradi rajčice, s obzirom na visok sadržaj vlage, skupi su za transport, vrlo brzo se kvare, niske su hranidbene vrijednosti i dosta su voluminozni (Cotte, 2000.). Stoga se komina rajčice često suši (preporuka je na suncu) ili silira prije korištenja u hranidbi životinja. Njena vrijednost je osobito naglašena za vrijeme sušnih razdoblja godine kada zamjenjuje druga krmiva u obroku. Nakon sušenja ona se melje i miješa s drugim komponentama obroka. Za silažu se priprema zajedno s nekim suhim voluminoznim krmivom (najčešće slama).

Pokožica ploda rajčice nastaje u procesu guljenja rajčice koja se koristi za konzerviranje. Sama pokožica dobar je izvor bjelančevina, prehrambenih vlakana (netopljiva vlakna), pepela, ukupnih ugljikohidrata i topljivih šećera. Pokožica ploda rajčice ima puno niži omjer topljivih/netopljivih vlakana (1:5) primjerice, u usporedbi s korom narandže (1:1; Talens i

sur., 2017.). Navedeno ukazuje na nižu probavljivost vlakana iz pokožice rajčice. U usporebi s kominom rajčice pokožica rajčice ima niži sadržaj bjelančevina a viši vlakana. U slučaju dodatka NaOH u cilju kvalitetnije provođenja mehaničkog guljenja rajčice značajno se povećava sadržaj natrija (i do > 8 % ST), što može biti ograničenje u njenom daljnjem kori-

štenju u hranidbi životinja. Stoga je taj podatak potrebno uvrstiti prilikom balansiranja obroka ukoliko upotrebljavamo tako tretiranu pokožicu rajčice. Pokožica rajčice ima visok sadržaj K i Fe, ali i karoteno-ida (oko 500 mg/kg ST), uglavnom u obliku likope-na i flavanola, a od aminokiselina nazastupljenije su glutamin i aspartat (Knoblich i sur., 2005.).

Tablica 1. Karakteristike nusproizvoda nastalih pri preradi rajčice (Rajan i sur., 2022.)

Table 1 Characteristics of tomato processing byproducts (Rajan et. al., 2022)

Sastojak / Composition	Nusproizvod / Byproducts		
	Pokožica / Peel	Sjemenke / Seed	Suha komina / Dried pomace
Ugljikohidrati (g/100 g) / Carbohydrate	78,56	26,31	43,31
Bjelančevine (g/100 g) / Proteins	10,50	26,39	17,62
Sirova vlakna (g/100 g) / Crude fiber	29,35	13,37	52,44
Mast (g/100 g) / Fat	4,04	25,03	15,43
Pepeo (g/100 g) / Ash	5,90	3,50	4,21
Ca (mg/100 g)	160	140	131,8
Mg (mg/100 g)	149	210	210,97
K (mg/100 g)	1097-2830	1530	3030,17
Na (mg/100 g)	73,60	280	66,55
S (mg/100 g)	140	190	-
Zn (mg/100 g)	2,75-3,12	3,71	6,33
Fe (mg/100 g)	7,55	24,26	5,63
Mn (mg/100 g)	1,40	1,25	1,35
Aminokiseline (% od ukupnih bjelančevina) Amino acids (% of total protein)	66,62	88,21	97,95
Esencijalne aminokiseline (%) Essential amino acids	47,57	42,43	34,2
Neesencijalne aminokiseline (%) Non-essential amino acids	52,41	57,57	65,8
Fenolne kiseline (mg/100 g) / Phenolic acids			
Kafeinska kiselina / Caffeic	0,50	1,95	3,35
Prokatehinska / Procatechoic	5,52	ND	-
Vanilinska / Vanillic	3,31	0	26,9
Katehinska / Catechein	2,98	ND	0,44
Galska / Gallic	3,85	0	1,71
Karotenoidi (µg/g) / Carotenoids			
Likopen / Lycopene	734,0	130,0	510,6
Lutein / Lutein	14,5	6,5	1-17
α-Zeaksantin / α-Zeaksanthin	3,7	1,0	-
β-karoten / β-carotene	0	0,4	4,2
Karoten / Carotene	29,3	14,4	14-37
Cis-β-Karoten / Cis-β-carotene	11,7	5,6	95,6

Sjemenke rajčice nastaju pri konzerviranju rajčice bez sjemenki i imaju nižu suhu tvar, a visok sadržaj bjelančevina (25-25 % ST), vlakana (54 % ADF) i masti (20-24 % ST). Analizirajući bjelančevinastu komponentu sjemenki rajčice utvrđeno je da su α i β - globulini dominantni. β -globulini sadrže više lizina i histidina, a manje arginina u usporedbi s α -globulinima (Johns i Gersdorff, 1922.). Ukupan sadržaj vlakana koji uključuje netopljiva i topljiva vlakna u sjemenkama povrća se kreće od 40 do 82 %. Sjemenke rajčice su kao i drugi nusproizvodi rajčice vrlo dobar izvor likopena, prirodnog pigmenta koji daje specifičnu boju hrani, a služi i kao funkcionalni sastojak s važnim zdravstvenim prednostima (O'Shea i sur., 2012.). Anwar i sur. (1978.) ističu da je kemijski sastav brašna sjemenki rajčice sličan brašnu sjemenki pamuka, ali sadrži 3 puta više vlakana, što limitira korištenje u hranidbi peradi i smanjuje metaboličku energiju hrane pri njenom korištenju. Aminokiselinski sastav brašna sjemenki rajčice je sličan komini rajčice, ali ono ima 1,4 puta više lizina i metionina koja je prva limitirajuća aminokiselina u brašnu sjemenki rajčice. One imaju viši sadržaj lizina od bjelančevina iz žitarica, te niži sadržaj likopena, ali i viši sadržaj fenola, flavonoida i fenolnih kiselina (Knoblich i sur., 2005.; Valdez-Morales i sur., 2014.). Masnokiselinski profil brašna sjemenki rajčice čine nezasićene masne kiseline (linolenska i oleinska masna kiselina; Camara i sur., 2001.). Niži sadržaj masti imaju brašna od odmašćenih sjemenki rajčice (pogače). Prema studiji Concha-Meyer i sur. (2020.) sjemenke rajčice su bogate fenolnim kiselinama, flavanoidima, karotenoidima i nukleozidima.

Također se pri preradi rajčice dobivaju i drugi nusproizvodi, iako u manjim količinama, kao što su oštećene i izrezane rajčice, lišće rajčice i pogače od sjemenki rajčice.

Istraživanja primjene nusproizvoda rajčice u hranidbi domaćih životinja

Bogatstvo vodom i hranjivim tvarima nusproizvode rajčice svrstava u poželjne nusproizvode u hranidbi domaćih životinja, uz odgovarajuće limitirajuće čimbenike, kao što su visok sadržaj vode i vlakana osobito za nepreživače. Tako su Lu i sur. (2022.) u preglednoj studiji koja je obuhvaćala valorizaciju primjene komine rajčice u hranidbi životinja zaključili da je opravdan dodatak komine rajčice do 15 % u peradi, 40 % u koza te 15 % u goveda u cilju izbjegavanja negativnih učinaka na životinju.

U daljnjem tekstu rada bit će prezentirana istraživanja primjene nusproizvoda rajčice odvojena prema građi probavnog sustava domaćih životinja (preživači i nepreživači).

Preživači

Korištenje komine rajčice

Dodatak komine rajčice u hranidbi preživača je rezultirao u smanjenju amonijačnog oblika dušika i povećanju koncentracije ukupnih hlapljivih masnih kiselina (Mizael i sur., 2020.). Amonijak nastao tijekom razgradnje dušika i asimilacijom u buragu, koji uz nastale i druge dušične komponente, služi u sintezi mikrobnih bjelančevina. Međutim, u komini rajčice većina probavljive organske tvari dolazi od nestrukturnih ugljikohidrata, koji se lako fermentiraju u organske kiseline koje pomažu rast mikroorganizama povećavajući sintezu mikrobnih bjelančevina. Komina rajčice se može koristiti u različitim pripremnim fazama za životinje. Bilo da je u svježem ili suhom obliku ili je ona silirana sa ili bez silažnih dodataka može se koristiti kao dodatak u hrani preživača (Mizael i sur., 2020.). Dodatak komine rajčice u koza u laktaciji povoljno je utjecao i povećao sadržaj mliječne masti te povećao za 13 % količinu mlijeka u usporedbi s onim skupinama koza koje su hranjene bez dodatka komine rajčice. Primjena komine rajčice u obrocima Markhoz koza koje se koriste za proizvodnju kvalitetne dlake (moher dlaka) doveo je do povećanja prinosa dlake. Autori iznose da je razlog navedenom povećanje probavljivosti bjelančevina uzrokovano povećanjem fermentacije u buragu (Hijosa-Valsero i sur., 2019.). U hranidbi mliječnih krava u ranoj laktaciji, čija je prosječna dnevna proizvodnja mlijeka bila 41 kg, korištena je suha komina rajčice u količini od 10 % ST obroka, Safari i sur. (2007.) nisu utvrdili promjene u njihovim proizvodnim svojstvima. Uključivanje suhe komine rajčice u obroke mliječnih krava s nešto nižom proizvodnjom mlijeka od prethodnog istraživanja (26 kg/dan mlijeka) u količini do 32,5 % ST u krmnu smjesu u zamjenu za zrno ječma i brašno od sjemenki pamuka nisu utvrđeni štetni učinci na zdravlje, proizvodnju mlijeka i konzumaciju suhe tvari (Belibaskis i sur., 1990.). U uzgoju junica korištenje suhe komine rajčice koja je u potpunosti zamijenila slamu tretiranu ureom došlo je do poboljšanja probave u buragu i konverzije hrane. Također je utvrđeno povećanje konzumacije hrane pri konzumaciji obroka sa 70 % komine rajčice, ali i blago smanjenje u hranidbi samo s kominom rajčice (Yuangklang i sur.,

2006.). Pri uključivanju 50 % ST obroka suhe komine rajčice u obroke volova (188 kg tjelesna masa) nisu zabilježene promjene njihovih proizvodnih svojstava. Konzumacija suhe tvari hrane u tvnih goveda je bila slična kao i pri hranidbi s drugim nusproizvodima (pivski trop, sačma sjemena palme i sojine ljuske) s jednakom zastupljenosti u ukupnom obroku (Chumpawadee i Pimpa, 2009.).

U Awassi ovaca u laktaciji Abbeddou i sur. (2015.) su pri hranidbi obrocima (30 % sijeno : 70 % krmna smjesa) gdje je provedeno uključivanje 30 % suhe komine rajčice utvrđeno je povećanje koncentracije laktoze i MUFA te smanjenje SFA u mlijeku, ali nisu utvrđene razlike u konzumaciji hrane niti u proizvodnji mlijeka. Također su i Romano i sur. (2010.) utvrdili povećanje PUFA i CLA u mlijeku komisana ovaca u laktaciji koje su hranjene TMR obrocima temeljenim na slami ječma gdje je uključena suha komina rajčice (20,4 % od ukupnog obroka). Ben Salem i sur. (2008.) su proveli istraživanje s janjadi tjelesne mase 18 kg hranjene po volji obrocima temeljenim na slami s dodatkom 500 g krmne smjese ili 250 ili 125 g krmne smjese i krmnih blokova koji su sadržavali pšenične posije, sol, minerale i 48 % suhe tvari suhe pulpe rajčice. Utvrđena je najveća konzumacija suhe tvari obroka u skupini janjadi hranjenoj s 125 g krmne smjese u usporedbi s ostalim tretmanima, dok nije bilo značajnih razlika u ostvarenim dnevnim prirastima janjadi. Pri hranidbi Awassi janjadi u tovu obrocima temeljenim na sijenu lucerne gdje je uključena suha komina rajčice utvrđeno je smanjenje probavljivosti organske tvari od 66 do 57 %. Dnevni prirasti janjadi su se kretali do 132 g/dan u skupini janjadi koja je konzumirala obrok sa 50 % suhe komine rajčice obroka. Zbog toga Ibrahim i Alwach (1983.) preporučuju navedenu razinu uključenosti suhe komine rajčice u obroke janjadi u tovu. Fondevila i sur. (1994.) su u istraživanju provedenom s mladom janjadi, čija je prosječna tjelesna masa bila 15,6 kg, koja je hranjena 6 tjedana obrocima temeljenim na ječmu s 200 g/kg ST suhe komine rajčice, utvrdili slično iskorištenje dušika i ostvarene prosječne dnevne priraste (304:337 g/dan) u usporedbi s janjadi hranjenoj obrocima s podjednakom razinom bjelančevina u obroku, ali podrijetlom iz sojine sačme. Zamjenom bjelančevina u obroku koje su podrijetlom iz suncokretove sačme sa 50 ili 75 % bjelančevina podrijetlom iz suhe komine rajčice Mohamed i sur. (1997.) su u starije janjadi (dob 6-7 mjeseci) u porastu, čija je prosječna masa bila

32,6 kg, utvrdili značajno smanjenje probavljivosti suhe tvari obroka, sirovih bjelančevina i sirovih vlakana. Navedeni autori preporučuju da je maksimalna razina uključenosti suhe komine rajčice u cilju zamjene izvora sirovih bjelančevina do 12,5 % suhe tvari obroka starije janjadi u porastu. Abdollahzadeh i Abdulkarimi (2012.) su pri hranidbi Markhoz jaradi u dobi od 4 mjeseca, čija je prosječna tjelesna masa bila 18,6 kg, obrocima na bazi 0, 10, 20 i 30 % dodatka suhe komine rajčice koja je djelomično zamijenila sijeno lucerne, sojinu sačmu i zrnje ječma, preporučili korištenje do 20 % komine rajčice u cilju izbjegavanja negativnih učinaka pri hranidbi jaradi obrocima s višim razinama komine rajčice.

Pri hranidbi koza na pašnjaku, tijekom 21 dan, korištena je suha komina rajčice u zamjenu za 25 do 100 % sačme soje uz 1,5 % ponuđene količine obroka od tjelesne mase, nisu utvrđene promjene u konzumaciji obroka i iskorištenju dušika (Yuangklang i sur., 2007.). Mizael i sur. (2020.) su u hranidbi sanskih koza u laktaciji s obrocima temeljenim na sijenu pri uključivanju 20, 40 ili 60 % suhe komine rajčice u zamjenu za sijeno, utvrdili povećanje konzumacije hrane i proizvodnje mlijeka do razina dodatka komine rajčice 40 %, te istovremeno negativan utjecaj na navedene pokazatelje pri dodatku 60 % komine rajčice. Također je utvrđeno i povećanje koncentracija ukupnih proteina u krvi dok se drugi pokazatelji u krvi nisu razlikovali ovisno o hranidbenom tretmanu.

Korištenje svježe komine rajčice u hranidbi janjadi gdje se u obroku zamijenilo nekvalitetno sijeno sa 75 % komine rajčice utvrđeno je povećanje konzumacije organske tvari i probavljivosti organske tvari (Ojeda i Torrealba, 2001.). Pri hranidbi Awasi ovnova (43 kg tjelesne mase) i Seguarana ovaca (47 kg tjelesne mase) sa silažom od svježe komine rajčice s 10 ili 15 % ST slame i pri konzumaciji hrane 0,95 ili 1,7 kg/dan ostvareni su mali dnevni prirasti od 50 g. Stoga, Denek i sur. (2006.) te Barroso i sur., (2008.) ističu da silaža komine rajčice u kombinaciji obroka sa slamom može biti kvalitetna krma za ovce, osobito tijekom suše.

U hranidbi mliječnih krava korištena je silirana komina rajčice (12 % ST) zajedno s cijelom biljkom kukuruza (u fazi mliječne zriobe). Nisu utvrđene razlike u konzumaciji suhe tvari obroka (3,74 % tjelesne mase), proizvodnji mlijeka (35 kg/dan) i sastavu mlijeka u usporedbi s kravama hranjenim sa silažom napravljenom bez komine rajčice (Weiss i sur., 1997.; Tablica 2.).

Tuoxunjinang i sur. (2020.) nisu, u istraživanju provedenom s holštajn kravama u laktaciji koje su hranjene TMR obrocima u kojima je 10 % kukuruzne silaže zamijenjeno sa silažom komine rajčice, utvrdili promjene u proizvodnji mlijeka, ali je došlo do promjena u konzumaciji suhe tvari (>1,7 %) i boljoj probavljivosti ST, ali i smanjenje probavljivosti NDF, što autori pripisuju niskoj razgradivosti vlakana. Također je utvrđeno i povećanje koncentracija vitamina A, E i C u mlijeku, ali i bolji antioksidacijski status i imunološki odgovor tako hranjenih krava te smanjenu pojavnost mastitisa što autori povezuju s konzumacijom silirane komine rajčice. Pri hranidbi kastrirane janjadi (43,5 kg tjelesne mase) sa siliranom kominom rajčice (20 % ST) koja je činila do 45 % ST obroka u zamjenu za kukuruznu silažu nisu utvrđene promjene u konzumaciji obroka, ali je smanjena probavljivost organske tvari kada je zamjena bila više od 30 % ST obroka (Campos i sur. 2007.).

Korištenje ostalih nusproizvoda rajčice

Korištenje drugih nusproizvoda u hranidbi preživača je relativno značajno manje istraživano.

Istraživanje s mliječnim kravama holštajn pasmine u laktaciji pri hranidbi TMR obrocima temeljenim na sijenu lucerne pri uključivanju 1,1; 2,4 i 4,0 % cjelovitih sjemenki rajčice kao zamjena za cjelovito sjeme pamuka proveli su Cassinerio i sur.

(2015.). Nije utvrđen negativan učinak hranidbenih tretmana na konzumaciju hrane niti prinos mlijeka, ali je došlo do linearnog smanjenja mliječne masti i uree u mlijeku s povećanjem uključenosti cjelovitih sjemenki rajčice. Navedeno može biti povezano sa smanjenjem probavljivosti sirovih bjelančevina u probavnom sustavu (Marcos i sur., 2019.; Fondevilla i sur., 1994.), a kao posljedica niže razgradnje i probavljivosti sirovih bjelančevina u ukupnim bjelančevinama. Autori su također primijetili prisutnost cjelovitih sjemenki rajčice u izmetu krava. Navedeno također ukazuje na nižu probavljivost masti, ali i određeno povećanje koncentracija nekih masnih kiselina u mlijeku (C:18:3 i C:18:2) pri hranidbi sa sjemenkama rajčice, ali bez značajnih utjecaja na ukupan profil masnih kiselina u mlijeku.

Korištenje otpada rajčice u hranidbi Murciano-Granadina koza u laktaciji, odnosno u suhostaju proveli su Romero-Huelva i sur. (2012. i 2013.). Autori su izbalansirali obrok tako da je temeljni obrok bio sastavljen od 50 % sijena lucerne i 50 % krmne smjese u koji su uključili otpad rajčice u količini od 1,7 % ukupnog obroka. Nije utvrđen utjecaj na prinos mlijeka i probavljivost nutrijenata u laktaciji, ali je smanjen sadržaj laktoze i povećana koncentracija PUFA u mlijeku. Navedeni autori su pri uključivanju 3,6 % otpada rajčice u isti obrok koza u suhostaju utvrdili smanjenu probavljivost i tijek mikrobnog du-

Tablica 2. Proizvodna svojstva krava hranjenih TMR obrocima na bazi kukuruzne silaže i sa silažom komine rajčice (Weiss i sur., 1997.)

Table 2 Productivity of cows fed TMR containing corn silage or corn and tomato pomace silage (Weiss et al., 1997)

Proizvodno svojstvo Productive traits	Kompozicija obroka / Ration composition		
	Kukuruzna silaža Corn silage	Silaža s kominom rajčice Corn + tomato pomace silage	SE
Tjelesna masa, kg / Body weight	629	589	21
Konzumacija suhe tvari, kg/dan Dry matter intake, kg/day	23,4	22,1	1,1
Promjena tjelesne mase, kg/dan Body weight change, kg/day	0,50	0,55	0,16
Mliječnost, kg/dan Milk production, kg/day	35,7	35,2	1,9
Mliječnost korigirana na 3 % mliječne masti, kg/dan Fat-corrected milk, kg/day	32,8	31,0	1,9
Mliječna mast, % Milk fat, %	3,47	3,20	0,19
Mliječne bjelančevine, % Milk proteins, %	3,16	3,17	0,05

SE- standardna pogreška; standard error

šika, a u oba fiziološka razdoblja došlo je do smanjenja proizvodnje metana. Arco-Pérez i sur. (2017.) su pri uključivanju siliranog otpada rajčice u TMR obrok Murciano-Granadina koza u laktaciji temeljen na sijenu zobi i sijenu lucerne u količini od 20,2 i 19,4 % ukupnog obroka utvrdili da nema utjecaja na prinos mlijeka, ali je povećan sadržaj masti u mlijeku, te koncentracije PUFA, UFA i CLA u mlijeku, ali i smanjena proizvodnja metana.

Primjenu različitih količina silaže cijele biljke zelene rajčice u hranidbi janjadi u porastu istraživali su Robles-Jimenez i sur. (2022.). Temeljni obrok činila je kukuruzna silaža (570 g/kg ST obroka) kojom je hranjena safolk janjad 21 dan, čija je prosječna tjelesna masa bila 38 kg. Pokusne skupine janjadi su hranjene obrocima gdje je kukuruzna silaža djelomično zamijenjena sa 100 i 200 g/kg suhe tvari silaže biljke zelene rajčice. Utvrđen je negativan utjecaj u pokusnih skupina na probavljivost hrane i balans dušika te autori ne predlažu korištenje ovakvog krmiva u hranidbi janjadi.

S obzirom na navedeno za utvrđivanje kvalitetnijih zaključaka potrebna su dodatna istraživanja s korištenjem drugih nusproizvoda nastalih pri preradi rajčice u hranidbi preživača.

Nepreživači

Korištenje komine rajčice

Korištenje nusproizvoda rajčice u obrocima svinja može biti ograničavajuće zbog njihovog visokog udjela vlakana. Međutim, postoje brojna istraživanja o njihovom korištenju u obrocima svinja i to najčešće novijeg datuma. Tako su Correia i sur. (2017.) proveli istraživanje s dodatkom komine rajčice u obroke svinja. Uključivanje komine rajčice umjesto pšeničnih posija (5 i 10 % od ukupnog obroka), ali i dva izvora masti (mast ili sojino ulje s 5 % udjela u obroku) u obroke svinja prosječne dobi 4 tjedna tijekom istraživanja od 5 tjedana, nije utjecalo na konzumaciju i konverziju hrane, završnu tjelesnu masu i boju mesa svinja. Također je utvrđen sličan masnokiselinski profil mesa za oba ponuđena krmiva (komina rajčice ili pšenične posije) s nešto višim koncentracijama α -tokoferola u mesu svinja hranjenih obrocima s dodatkom komine rajčice. Yang i sur. (2018.) su hranili svinje obrocima s različitim razinama komine rajčice (5 i 10 %) uz dopunu sa ili bez sojinog ulja zbog povećanja energetskog dijela obroka. Tijekom 28 dana istraživanja autori

nisu utvrdili značajne promjene u konzumaciji hrane ili završnoj tjelesnoj masi svinja, ali je povećanje razine komine rajčice linearno smanjilo prosječne dnevne priraste i povećalo konverziju hrane kao rezultat većeg sadržaja vlakana u takvim obrocima. U istom istraživanju utvrđeno je i značajno smanjenje probavljivosti hranjivih tvari s povećanjem razine komine rajčice u obroku, ali se to preveniralo povećanjem energije u obroku (dodavanjem sojinog ulja). U skladu s tim autori preporučuju da se u uzgoju svinja kao optimalna razina uključivanja komine rajčice u obroke kreće oko 5 % obroka. Provedena su istraživanja i s višim razinama uključivanja komine rajčice u obroke svinja. Primjerice, pri djelomičnoj zamjeni kukuruza s 15 % komine rajčice u obrocima svinja u uzgoju, u istraživanju Biondi i sur. (2020.), koje je trajalo 86 dana, utvrđeno je smanjenje međumišićne masti za 23 %, povećanje koncentracija vitamina A u mesu i promjena masnokiselinskog profila mesa (smanjenje SFA i MUFA, a povećanje PUFA, PUFA n-3, PUFA n-6 i omjera n-6:n-3) bez, utjecaja na pokazatelje oksidacijske stabilnosti mesa tako hranjenih svinja (Tablica 3.)

Pri korištenju svježe komine rajčice u količini od 35 % obroka u tovnih svinja Caluya i sur. (2003.) su utvrdili povećanje konzumacije hrane, kao i povećanje završne tjelesne mase i prosječnog dnevnog prirasta, ali bez značajnog utjecaja na konverziju hrane.

Uključivanje komine rajčice u hrani za perad pokazalo je zadovoljavajuće učinke na rast i zdravlje peradi, međutim rezultati su dosta varijabilni (Khan i sur., 2023.). Navedeni autori naglašavaju da se zbog visokog sadržaja vlakana u komini rajčice njena količina u obrocima peradi ograničava na manje od 10 ili 15 % ukupnog obroka. Nusproizvode nastale pri preradi rajčice, prvenstveno kominu rajčice, se može koristiti u hranidbi peradi kao zamjena za sojinu sačmu, brašno lucerke ili nusproizvode prerade žitarica u njihovim obrocima (Lu i sur., 2022.) i to do najviše 15 % u hrani nesilica i pijetlova jer veće količine negativno utječu na kvalitetu jaja, njihove performanse i krvne pokazatelje (Tamasi i sur., 2019.). Visok sadržaj vlakana u komini rajčice povećava ekskreciju žučnih soli u jetri iz kolesterola koji pomaže u apsorpciji hranjiva, pomaže u probavi, uklanja toksine i pomaže u razgradnji masti. Tako korištenje komine rajčice u hranidbi peradi utječe na poboljšanje boje kože trupa što je vrlo poželjno za konzumente pilećeg mesa (Yuangklang i sur., 2015.).

Rezaeipour i sur. (2009.) su pri uključivanju suhe komine rajčice u obroke brojlera u količini od 5, 10, 15 ili 20 % utvrdili povećanje konzumacije hrane s povećanjem udjela komine rajčice u obroku, osobito pri razinama višim od 15 %. Također je zabilježeno i opadanje tjelesne mase i probavljivosti hranjivih tvari. Navedeno je vjerojatno posljedica tvrdoće same hrane ali i kasnijim povećanjem volumena u probavnom sustavu što povećava osjećaj sitosti pilića. Cavalcante Lira i sur. (2010.) su utvrdili smanjenje konzumacije hrane u jednodnevnih brojlera tijekom prvog tjedna života pri povećanju razine dodane suhe komine rajčice u njihove obroke (od 5 %, preko 10, 15 i 20 %), dok je u kasnijoj fazi tova taj učinak izostao. Navedeni autori su zaključili da se ne preporuča primjena suhe komine rajčice u ranoj dobi brojlera (1.-21. dan) jer može negativno utjecati na konzumaciju i konverziju hrane, što opravdavaju visokim sadržajem vlakana u suhoj komini rajčice i niskim kapacitetom probave vlakana u mladim brojlera. Do sličnih zaključaka došao je i Pathakamuri (2014.) pri uključivanju do 15 % suhe komine rajčice

u obrok kod jednodnevnih brojlera što je prevladano dodatkom kompleksa enzima (ksilanaza, α -amilaza, α -galaktozidaza) u obroke. Navedeni autori su također utvrdili smanjenje koncentracije kolesterola u prsnim i bedrenim mišićima. Pri dodatku u obroke brojlera 4 i 6 % komine rajčice nije utvrđen utjecaj na konzumaciju i konverziju hrane (Mohammed i sur., 2021.). Međutim, Yitbarek (2013.) je pri dodatku 5, 10, 15 i 20 % suhe komine rajčice u obroke pilića utvrdio povećanje konzumacije hrane i poboljšanu konverziju hrane, ali pri dodatku 5 % komine rajčice i znatno više tjelesne mase od onih s dodatkom 20 % komine rajčice ili bez dodatka komine rajčice u hranu. U istraživanju Hosseini-Vashan i sur. (2016.) pri dodatku 5 % suhe komine rajčice u obroke pilića tijekom 42 dana nisu utvrđene negativne promjene na rastu pilića, ali je došlo do kvalitetnijeg prevladavanja toplinskog stresa (Tablica 4.) što je povoljno utjecalo na njihov oksidacijski status, imunološki odgovor i aktivnost enzima u krvi. Pri uključivanju 5 % suhe komine rajčice u obroke brojlera smanjila se koncentracija kolesterola u prsnim mišićima i batkovima.

Tablica 3. Utjecaj hranidbenog tretmana na međumišićnu mast, koncentracije masnih kiselina i vitamina topljivih u mastima u mesu svinja (Biondi i sur., 2020.)

Table 3 Effect of the dietary treatment on intramuscular fat, fatty acids and fat-soluble vitamins in swine (Biondi et al., 2020)

Pokazatelj Indicators	Hranidbeni tretman / Dietary treatment		SEM	P-vrijednost P-value
	Kontrola Control	Komina rajčice Tomato pomace		
Međumišićna mast, g/100 g mišića Intramuscular fat, g/100 g muscle	4,65	3,47	0,305	0,048
Masne kiseline, mg/g mišića / Fatty acids, mg/g muscle				
SFA	15,4	10,5	1,200	0,035
MUFA	18,2	11,9	1,450	0,018
PUFA	4,00	4,78	0,243	0,113
PUFA n-3	0,25	0,26	0,016	0,638
PUFA n-6	3,74	4,50	0,229	0,097
n-6/n-3	15,2	17,2	0,390	0,005
Aterogeni indeks / Athoregenic Index	0,49	0,46	0,012	0,126
Trombogeni indeks / Trombogenic Index	1,24	1,13	0,034	0,094
Indeks peroksidabilnosti / Peroxidability Index	5,36	6,10	0,263	0,166
Vitaminski topljivi u mastima, μ g/g mesa / Fat soluble vitamins of meat				
α -tokoferol / α -tocopherol	1,00	1,05	0,063	0,701
γ -tokoferol / γ -tocopherol	0,01	0,01	0,002	0,957
Retinol	0,25	1,14	0,141	<0,001

SEM-standardna pogreška prosjeka; SFA- zasićene masne kiseline; MUFA-monozasićene masne kiseline; PUFA-polinezasićene masne kiseline
SEM-standard error mean; SFA- saturated fatty acids; MUFA-monosaturated fatty acids; PUFA-polysaturated fatty acids

Korištenje 15 ili 30 % suhe komine rajčice u obrocima pijetlova dovelo je do smanjenja volumena ejakulata, ali i značajnog povećanja broja spermatozoida u ejakulatu te smanjenja postotka abnormalnih spermatozoida, što je posljedica antioksidacijskog djelovanja nekih bioaktivnih spojeva sadržanih u komini rajčice, osobito likopena (Saemi i sur., 2012.). Naime, likopen je vrlo važan antioksidant koji može štiti stanice od štetnih učinaka kisikovih iona i biomolekulske razgradnje (Mezbani i sur., 2019.). Jafari u sur. (2006.) nisu utvrdili promjene u konzumaciji hrane, masi i debljini ljuske jaja pri uključivanju 5, 10 ili 15 % suhe komine rajčice u obroke kokoši nesilica temeljenim na kukuruznoj silaži i sojinoj sačmi. Slične zaključke u istraživanju s kokoši nesilicama pri uključivanju 15, 17 i 19 % suhe komine rajčice u obroke utvrdili su Salajegheh i sur. (2012.). Međutim, postoje i suprotni zaključci. Loureiro i sur. (2007.) su utvrdili da je pri povećanju uključenosti suhe komine rajčice u obroke kokoši nesilica (15, 17 i 19 %) došlo do linearnog povećanja konzumacije hrane kokoši. Calyslar i Uygur (2010.) su također utvrdili povećanje konzumacije hrane pri hranidbi kokoši nesilica obrocima gdje je uključeno 10, 15 ili 20 % suhe komine rajčice, ali nisu utvrdili

promjene u proizvodnim pokazateljima kokoši. Međutim, Jalalinasab i sur. (2014.) su pri dodatku 16 % komine rajčice u obroke kokoši nesilica utvrdili veći broj jaja i bolju boju žumanjka u nesilica iz ekstenzivnih uzgoja. Za bolju pigmentaciju jaja/žumanjka potrebno je u obroke kokoši nesilica uključiti više od 8 % suhe komine rajčice (Salajegheh i sur., 2012.), ali ima istraživanja koja ukazuju da i niža razina uključenosti suhe komine rajčice u obrocima kokoši nesilica može dovesti do sličnih rezultata (Mansoori i sur., 2008.).

Korištenje ostalih nusproizvoda rajčice

Korištenje ostalih nusproizvoda rajčice u hranidbi nepreživača (svinja i peradi) je malo istraženo.

Aguilera-Soto i sur. (2013.) su pri uključivanju silaže od otpada rajčice (30 % obroka) u zamjenu za svježi pivski trop pri tekućoj hranidbi u tovu svinja, utvrdili povećanje konzumacije hrane i prosječnih dnevnih prirasta svinja sa sličnim klaoničkim i tehnološkim pokazateljima trupa, ali i kraće razdoblje za postizanje tražene kloaničke mase (95 kg) za 13 dana. Daljnja istraživanja s ciljem uključivanja nusproizvoda rajčice u obroke svinja treba dodatno

Tablica 4. Proizvodna svojstva brojlera hranjenih dodatkom komine rajčice u termoneutralnom okruženju ili pri djelovanju toplinskog stresa (Hosseini-Vashan i sur., 2016.)

Table 4 Body mass, feed intake, feed conversion ratio, and production index in broilers reared under thermoneutral or cyclic heat stress conditions (Hosseini-Vashan et al., 2016)

Pokazatelj Indicator	Termoneutralni uvjeti Thermoneutral conditions	Uvjeti toplinskog stresa Heat stress conditions			SEM	P-vrijednost P-value
		Kontrol Control	3 % komine rajčice 3 % Tomato pomace	5 % komine rajčice 5 % Tomato pomace		
Tjelesna masa, g / Body weight						
28. dan / 28 th day	1055,3 ^b	1066,67 ^b	1104,53 ^{ab}	1182,11 ^a	45,91	0,04
42. dan / 42 nd day	2320,6 ^a	2080,8 ^b	2095,2 ^b	2212,5 ^{ab}	59,94	0,02
Konzumacija hrane, g/piletu / Feed intake, g/chick						
28. dan / 28 th day	1561,3	1563,0	1583,4	1567,00	94,13	0,65
42. dan / 42 nd day	3825,0	3691,1	3678,7	3734,9	127,45	0,60
Konverzija hrane, g/g / Feed conversion ratio, g/g						
28. dan / 28 th day	1,48 ^a	1,46 ^a	1,44 ^{ab}	1,33 ^b	0,049	0,04
42. dan / 42 nd day	1,66	1,77	1,74	1,69	0,041	0,20
Europski indeks brojlera, g/g/dan / European broiler indeks, g/g/day						
28. dan / 28 th day	2,63 ^b	2,61 ^b	2,74 ^b	3,17 ^a	0,108	0,01
42. dan / 42 nd day	2,29	2,05	2,04	2,17	0,182	0,12

^{ab}-P<0,05; SEM-standardna pogreška prosjeka/standard error mean

provesti u cilju razjašnjavanja optimalne količine njihove uključenosti u obroke, uz poveznicu odabira prema fazi uzgoja svinja, ali uz uključivanje nekog krmiva bogatog energijom u obroke tako hranjenih svinja. Navedeno doprinosi povećanju potencijala korištenja nusproizvoda rajčice u hranidbi svinja u tovu.

Persia i sur. (2003.) su preporučili uključivanje sjemenki rajčice u kvalitetno izbalansirane obroke mladih pilića (do dobi od 21 dan) pri tome djelomično zamjenjujući kukuruz i sojinu sačmu do 15 %. Viša razina uključenosti sjemenki rajčice u obrocima peradi smanjuje dnevne priraste kao posljedica smanjenja probave. U istraživanju Tomczynskog i sur. (1978.) pri primjeni pokožice i sjemenki rajčice u obrocima kokoši nesilica (5 i 7,2 % obroka), tijekom 8 mjeseci, utvrđeno je povećanje broja jaja po kokoši, bez značajnog utjecaja na masu jaja. Također su Knoblich i sur. (2005.) utvrdili da s korištenjem pokožice i sjemenki rajčice u obrocima kokoši nesilica treba biti oprezan s obzirom na njihovu nisku nutritivnu vrijednost. Stoga navedeni autori predlažu njihovo uključivanje u obroke do 10 % zbog bolje pigmentacije žumanjka kao posljedicu visokog sadržaja likopena u njima. Međutim, Garcia i Gonzalez (1984.) pri hranidbi kokoši nesilica do dobi od 33 tjedna obrocima s dodatkom brašna sjemenki rajčice nisu utvrdili promjene u boji žumanjka. Korištenje nusproizvoda rajčice u hranidbi peradi treba kvalitetno nadzirati i ograničiti, osobito kod mlađih kategorija, ali se njihova uporaba kao alternativa sintetskim pigmentima treba znatno više koristiti kao prihvatljiva strategija hranidbe koja može smanjiti troškove hranidbe, ali i povećati prihvatljivost završnih proizvoda konzumentima.

ZAKLJUČAK

Analizom dostupne literature može se zaključiti da se korištenje nusproizvoda rajčice u hranidbi životinja dosta razlikuje ovisno o građi njihovog probavnog sustava te se stoga kod nepreživača preporuča uporaba takvih nusproizvoda u obrocima do 10 ili maksimalno 15 %, a kod preživača i više od 20 %. Navedeno također ovisi i o proizvodnom stadiju i temeljnim krmivima uključenim u obrok. Uključivanje nusproizvoda rajčice ovisno o ponuđenoj formi više je istraživano primjenom komine rajčice, bilo kao silirana, sušena, a nešto rjeđe i svježja, nego ostalih nusproizvoda rajčice (pokožica, sjemenke, otpad

rajčice...). S obzirom na bogat udio različitih bioaktivnih spojeva (prvenstveno likopena) najčešće dolazi do poboljšanja masnokiselinskog profila završnih proizvoda, ali i poboljšanja boje jaja prvenstveno žumanjka, ali i boljeg antioksidacijskog statusa takvih proizvoda. Također treba istaknuti da se pri povećanom korištenju nusproizvoda rajčice doprinosi i smanjenju troškova njihovoga odgovarajućeg skladištenja, ali i stvaranju čistijeg okoliša. Kao preporuka učinkovitijem korištenju nusproizvoda rajčice tvrtke/kompanije koje su značajni proizvođači ovih nusproizvoda, trebaju osmisliti platforme gdje će se redovito ažurirati podatci o opskrbljenosti takvim nusproizvodima. Navedeni podatci bi trebali biti dostupni široj zainteresiranoj javnosti putem kojih će pravodobnost informacija biti daleko veća što će doprinijeti kvalitetnijom i promptnijom reakcijom te u konačnici rezultirati povećanjem njihovog korištenja u animalnoj proizvodnji.

LITERATURA

1. Abbeddou, S., Rischkowsky, B., Hilali, M. E. D., Haylani, M., Hess, H. D., Kreuzer, M. (2015.): Supplementing diets of Awassi ewes with olive cake and tomato pomace: on-farm recovery of effects on yield, composition and fatty acid profile of the milk. *Tropical Animal Health and Production*, 47: 145-152.
2. Abdollahzadeh, F., Abdulkarimi, R. (2012.): Tomato pomace as a protein supplement for growing Markhoz goat. *Life Science Journal*, 9(3): 2157-2161.
3. Aguilera-Soto, J. I., Méndez-Llorente, F., López-Carlos, M. A., Ramírez, R. G., Carrillo-Muro, O., Escareño-Sánchez, L. M., Medina-Flores, C.A. (2014.): Effect of fermentable liquid diet based on tomato Silage on the performance of growing finishing pigs. *Interciencia* 39(6): 428-431.
4. Anwar, A., El Alaily, H. A., Diab, M.F. (1978.): Nutritive value of tomato seed meal as a plant protein supplement for growing chicks, *Archive für Geflügelkunde*, 42(2): 56-58.
5. Arco-Pérez, A., Ramos-Morales, E., Yáñez-Ruiz, D. R., Abecia, L., Martín-García, A. I. (2017.): Nutritive evaluation and milk quality of including of tomato or olive by-products silages with sunflower oil in the diet of dairy goats. *Animal Feed Science and Technology*, 232(10): 57-70.
6. Barroso, F. G., Martínez, T. F., Bernal, A., Megías, M. D., Martínez-Teruel, A., Madrid, M. J., Hernández, F. (2008.): Alimentación de ovejas con ensilados basados en el fruto del tomate. *Albeitar*, 120: 6-9.

7. Belibasakis, N. G. (1990.): The effect of dried tomato pomace on milk yield and its composition, and on some blood plasma biochemical components in the cow. *World Review of Animal Production*, 25(3): 39-42.
8. Ben Salem, H., Znaidi, I. A. (2008.): Partial replacement of concentrate with tomato pulp and olive cake-based feed blocks as supplements for lambs fed wheat straw. *Animal Feed Science and Technology*, 147(1-3): 206-222.
9. Biondi, L., Luciano, G., Cutello, D., Natalello, A., Mattioli, S., Priolo, A., Lanza, M., Morbidini, L., Gallo, A., Valenti, B. (2020.): Meat quality from pigs fed tomato processing waste. *Meat Science*, 159(1): 107940.
10. Calyslar, S., Uygur, G. (2010.): Effects of dry tomato pomace on egg yolk pigmentation and some egg yield characteristics of laying hens. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 9(1): 96-98.
11. Caluya, R. R., Sair, R. R., Recta, G. M. R., Balneg, B. B. (2003.): Tomato pomace as feed for livestock and poultry. Mariano Marco State University.
12. Cavalcante Lira, R., Bôa-Viagem Rabello, C., Marques Ludke, M. C. M., Ferreira, P. V., Quintão Lana, G. R., Roseli, S., Lana, V. (2010.): Productive performance of broiler chickens fed tomato waste. *Revista Brasileira Zootecnia*, 39(5): 1074-1081.
13. Cámara, M., del Valle, M., Torija, M. E., Castilho, E. (2001.): Fatty acid composition of tomato pomace. *Acta Horticulturae*, 542: 175-180.
14. Campos, W. E., Saturnino, H.M., Costa Cruz Borges, A.L., Reis e Silva, R., Mourão de Sousa, B., Campos, M. M., Pinheiro Rogério, M.C. (2007.): Apparent digestibility of diets containing different proportions of tomato by-products. *Ciência Animal. Brasileira*, 8(3): 479-484.
15. Cassinerio, C.A., Fadel, J.G., Asmus, J., Heguy, J.M., Taylor, S.J., De Peters, E.J. (2015.): Tomato seeds as a novel by-product feed for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 98(7): 4811-4828.
16. Chumpawadee, S., Pimpa, O. (2009.): Effects of non forage fiber sources in total mixed ration on feed intake, nutrient digestibility, chewing behavior and ruminal fermentation in beef cattle. *Journal of Animal and Veterinary Advances*, 8(10): 2038-2044.
17. Concha-Meyer, A., Palomo, I., Plaza, A., Gadloli Tarone, A., Maróstica-Junior, M.R., Sáyago-Ayerdi, S.G., Fuentes, E. (2020.): Platelet anti-aggregant activity and bioactive compounds of ultrasound-assisted extracts from whole and seedless tomato pomace. *Foods*, 9: 1564.
18. Correia, C. S., Alfaia, C. M., Madeira, M.S. Lopes, P.A., Matos, T. J. S., Cunha, L. F., Prates, J. A. M., Freire, J. P. B. (2017.): Dietary inclusion of tomato pomace improves meat oxidative stability of young pigs. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 101(6): 1215-1226.
19. Cotte, F. (2000.): Study of the feeding value of tomato pulp for ruminants. Thèse, Ecole Nationale Vétérinaire de Lyon, Université Claude Bernard Lyon 1, Thèse, 171.
20. Del Valle, M., Camara, M., Torija, M. E. (2006.): Chemical characterization of tomato pomace. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 86: 1232-1236.
21. Denek, N., Can, A. (2006.): Feeding value of wet tomato pomace ensiled with wheat straw and wheat grain for Awassi sheep. *Small Ruminant Research*, 65: 260-265.
22. Dragović-Uzelac, V., Bursać Kovačević, D., Putnik, P. (2017.): Mogućnosti iskorištenja otpada od pregrade voća i povrća. U: Neke mogućnosti iskorištenja nusproizvoda prehrambene industrije. Urednik. Šubarić, D. Prehrambeno-tehnološki fakultete Osijek, 39-55.
23. Fondevila, M., Guada, J.A., Gasa, J., Castrillo, C. (1994.): Tomato pomace as a protein supplement for growing lambs. *Small Ruminant Research*, 13(2): 117-126.
24. Garcia, M.E., Gonzalez, A. (1984.): Preliminary study on the use of tomato and pepper seed meals and excreta meal as pigments for egg yolk. *Revista de Avicultura*, 28(3): 155-163.
25. Heuvelink, E. (2018.): Tomatoes. 2nd Edition. CABI, str. 378.
26. Hijosa-Valsero, M., Garita-Cambronero, J., Painagua-Garcia, A.I., Diez-Antolinez, R. (2019.): Tomato waste from processing industries as a feedstock for biofuel production. *Bioenergy Research*, 12(4): 1000-1011.
27. Hosseini-Vashan, S.J., Golian, A., Yaghobfar, A. (2016.): Growth, immune, antioxidant, and bone responses of heat stress-exposed broilers fed diets supplemented with tomato pomace. *International Journal of Biometeorology*, 60: 1183-1192.
28. Ibrahim, H. M., Alwash, A. H. (1983.): The effect of different rations of tomato pomace and alfalfa hay in the ration on digestion and performance of Awassi lambs. *World Review of Animal Production*, 19(2): 31-35.
29. Isik, F., Topkay, C. (2016.): Effect of Tomato Pomace Supplementation on Chemical and Nutritional Properties of Crackers.

30. Jafari, M., Pirmohammadi, R., Bampidis, V. (2006.): The use of dried tomato pulp in diets of laying hens. *International Journal of Poultry Science*, 5(7): 618-622.
31. Jalalinasab, A., Nobakht, A., Razzaghzadeh, S. (2014.): The effects of different levels of tomato pomace and processing methods on production performance and blood metabolites of native laying Hens. *Iranian Journal of Applied Animal Sciences*, 4: 379-385.
32. Johns, E.O., Gersdorff, E.E.F. (1922.): The proteins of the tomato seed, *Solanium esculentum*. *Journal of Biological Chemistry*, 51(2): 439-452.
33. Judy, S., Sathya, N., Rawson, A., Kumar, K. S. (2019.): Other Uses of Tomato By-products. *Tomato Chemistry. Industrial Processing and Product Development*, 259-284.
34. Kalogeropoulos, N., Chiou, A., Pyriochou, V., Peristeraki, A., Karathanos, V.T. (2012.): Bioactive phytochemicals in industrial tomatoes and their processing byproducts. *LWT - Food Science and Technology*, 49(2): 213-216.
35. Kasapidou, E., Sossidou, E., Mitlianga, P. (2015.): Fruit and vegetable co-products as functional feed ingredients in farm animal nutrition for improved product quality. *Agriculture*, 5: 1020-1034.
36. Khan, R. U., Khan, A., Muhammad, M.D., Naz, S. (2023.): Tomato pomace waste as safe feed additive for poultry health and production – A review. *Annals of Animak Science*, 23(1): 39-51.
37. Knoblich, M., Anderson, B., Latshaw, D. (2005.): Analyses of tomato peel and seed byproducts and their use as a source of carotenoids. *Journal of the Science and Food Agriculture*, 85(7): 1166-1170.
38. Kumar, A. (2013.): Food processing by-products. U: *Handook of Plant phytochemicals sources, stability and extraction* (eds.: Tiwari, B. K., Brunton, N. P., Brennan, C. S.). John Wiley Sons, Ltd., UK, 180-197.
39. Loureiro, R. R. S., Rabello, C. B., Ludke, J.V., Dutra, W. M. Jr., de Souza Guimarães, A. A., Vilar da Silva, J.H. (2007.): Farelo de tomate (*Lycopersicum esculentum* Mill.) na alimentação de poedeiras comerciais. *Acta Scientific*, 29(4): 387-394.
40. Lu, S., Chen, S., Li, H., Paengkoum, S., Taethaisong, N., Meethip, W., Surakhunthod, J., Sinpru, B., Sroichak, T., Archa, P., Thongpea, S., Paengkoum, P. (2022.): Sustainable Valorization of Tomato Pomace (*Lycopersicon esculentum*) in Animal Nutrition: A Review. *Animals*, 12: 3294.
41. Mansoori, B., Modirsanei, M., Kiaei M. (2008.): Influence of dried tomato pomace as an alternative to wheat bran in maize or wheat based diets, on the performance of laying hens and traits of produced eggs. *Irania Journal of Veterinary Research*, 9(4): 341-346.
42. Marcos, C.N., deEvan, T., Molina-Alcaide, E., Carro, M.D. (2019.): Nutritive Value of Tomato Pomace for Ruminants and Its Influence on In Vitro Methane Production. *Animals*, 9: 343.
43. Mezbani, A., Kavan, B.P., Kiani, A., Masouri, B. (2019.): Effect of dietary lycopene supplementation on growth performance, blood parameters and antioxidant enzymes status in broiler chickens. *Livestock Research for Rural Development*, 31: 12.
44. Mirabella, N., Castellani, V., Sala, S. (2014.): Current options for the valorization of food manufacturing waste: a review. *The Journal of Cleaner Production*, 65: 28-41.
45. Mizael, W. C. F., Costa, R. G., Cruz, G. R. B., de Carvalho, F. F. R., Ribeiro, N. L., Lima, A., Domínguez, R., Lorenzo, J.M., (2020.): Effect of the Use of Tomato Pomace on Feeding and Performance of Lactating Goats. *Animals*, 10: 1574.
46. Mohamed, M. I., Awadalla, I. M., Ibrahim, M. A. M. (1997.): Effect of feeding growing sheep on diets containing different levels of tomato-pulp. *Egyptian Journal of Nutrition and Feeds*, 11: 235-241.
47. Mohammed, L. S., Sallam, E. A., Edris, S. N., Khalifa, O. A., Soliman, M. M., Shehata, S. F. (2021.): Growth performance, economic efficiency, meat quality, and gene expression in two broiler breeds fed different levels of tomato pomace. *Veterinary Research Communications*, 45: 381-397.
48. Ojeda, A., Torrealba, N. (2001.): Chemical characterization and digestibility of tomato processing residues in sheep. *Cuban Journal of Agricultural Science*, 35(4): 309-312.
49. O'Shea, N., Arendt, E. K., & Gallagher, E. (2012.). Dietary fibre and phytochemical characteristics of fruit and vegetable by-products and their recent applications as novel ingredients in food products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 16: 1-10.
50. Pathakamuri, K. (2014.): Tomato pomace: alternative feed resource for poultry. *Journal of Veterinary Science and Technology*, 5(3): 48.
51. Persia, M. E., Parsons, C. M., Schang, M., Azcona, J. (2003.): Nutritional evaluation of dried tomato seeds. *Poultry Science*, 82(1): 41-146.
52. Rajan, A., Kumar, S., Sunil, C. K., Radhakrishnan, M., Rawson, A. (2022.): Recent advances in the utilization of industrial byproducts and wastes generated at different stages of tomato processing. *Journal of Food Processing and Preservation*, 46:e17063.

53. Rawson, A., Patras, A., Oomah, B. D., Campson-Vega, R., Hossain, M. B. (2014.): Antioxidant activity of phytochemicals and their method of analysis. *Advances in Food Science and Nutrition*, 153-256.
54. Rezaeipour, V., Boldaji, F., Dastar, B., Yaghoobfar, A., Gheysari, A. (2009.): Determination of apparent nutrients digestibility and metabolizable energy of diets with different inclusion of Dried Tomato Pomace in broiler chickens. *Journal of Agriculture and Natural Resources Sciences*, 16: 90-102.
55. Robles-Jimenez, L. E., Narváez-López, A. C., Chay-Canul, A. J., Sainz-Ramirez, A., Castelan-Ortega, O. A., Zhang, N., Gonzalez-Ronquillo, M., Vargas-Bello-Pérez, E. (2022.): Effect of different dietary inclusion levels of whole plant green tomato (*Physalis philadelphica*) silage on nutrient intake and digestibility, and in vitro rumen fermentation kinetics in sheep. *Frontiers in Veterinary Sciences*, 9: 980619.
56. Romano, R., Masucci, F., Giordano, A., Spagna Musso, S., Naviglio, D., Santini, A. (2010.): Effect of tomato by-products in the diet of Comisana sheep on composition and conjugated linoleic acid content of milk fat. *International Dairy Journal*, 20(12): 858-862.
57. Romero-Huelva, M., Ramos-Morales, E., Molina-Alcaide, E. (2012.): Nutrient utilization, ruminal fermentation, microbial abundances, and milk yield and composition in dairy goats fed diets including tomato and cucumber waste fruits. *Journal of Dairy Science*, 95: 6015-6026.
58. Romero-Huelva, M., Martín-García, I., Nogales, R., Molina-Alcaide, E. (2013.): The effect of feed blocks containing tomato and cucumber by-products on in vitro ruminal fermentation, microbiota, and methane production. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 22(3): 229-237.
59. Saemi, F., Zamiri, M. J., Akhlaghi, A., Niakousari, M., Dadpasand, M., Ommati, M. M. (2012.): Dietary inclusion of dried tomato pomace improves the seminal characteristics in Iranian native roosters. *Poultry Science*, 91(9): 2310-2315.
60. Safari, R., Valizadeh, R., Eftejaro Shahroudi, F., Tahmasebi, A., Bayat, J. (2007.): Effects of dried and ensiled tomato pomace on dry matter intake, milk yield and composition of dairy cows in Iran. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 4: 191.
61. Salajegheh, M.H., Ghazi, S., Mahdavi, R., Mozafari, O. (2012.): Effects of different levels of dried tomato pomace on performance, egg quality and serum metabolites of laying hens. *African Journal of Biotechnology*, 87(18): 5373-5379.
62. Stajčić, S., Četković, G., Čanadanović, Brunet, J., Djilas, S., Mandić, A., Četojević-Simin, D. (2014.): Tomato waste: Carotenoids content, antioxidant and cell growth activities. *Food Chemistry*, 172: 225-232.
63. Strati, I., Oreopoulou, V. (2014.): Recovery of carotenoids from tomato processing by-products. A review. *Food Research International*, 65: 311-321.
64. Szabo, K., Čátoi, A. L., Vodnar, D. C. (2018.): Bioactive Compounds Extracted from Tomato Processing by-Products as a Source of Valuable Nutrients. *Plant Foods for Human Nutrition*, 73: 268-277.
65. Talens, C., Arbolea, J. C., Castro-Giraldez, M., Fito, P. J. (2017.): Effect of microwave power coupled with hot air drying on process efficiency and physicochemical properties of a new dietary fibre ingredient obtained from orange peel. *LWT Food Science and Technology*, 77(7): 110-118.
66. Tamasi, G., Pardini, A., Bonechi, C., Donati, A., Pessina, F., Marcolongo, P., Gamberucci, A., Leone, G., Consumi, M., Magnani, A., Rossi, C. (2019.): Characterization of nutraceutical components in tomato pulp, skin and locular gel. *European Food Research and Technology*, 245: 907-918.
67. Tomczynski, R. (1978.): Tomato seeds and skins for feeding of laying hens. *Zesz. Nauk. Akademii Rolniczo-Technicznej w Olsztynie*, 189: 153-164.
68. Travieso, M. D. C., de Evan, T., Marcos, C. N., Molina-Alcaide, E. (2022.): Tomato by-products as animal feed in Tomato processing by products Sustainable Applications, Editors Jeguirim, M., Zorpas, A.A. Academic Press, Elsevier, 33-76.
69. Tuoxunjiang, H., Yimamu, A., Li1, X.Q., Maimaiti, R., Wang, Y.L. (2020.): Effect of ensiled tomato pomace on performance and antioxidant status in the periparturum dairy cow. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 29, 105-114.
70. Valdez-Morales, M., Espinosa-Alonso, L. G., Espinoza-Torres, L. C., Delgado-Vargas, F., Medina-Godoy, S. (2014.): Phenolic content and antioxidant and antimutagenic activities in tomato peel, seeds, and byproducts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(11): 5281-5289.
71. Weiss, W. P., Frobose, D. L., Koch, M. E. (1997.): Wet Tomato Pomace Ensiled with Corn Plants for Dairy Cows. *Journal of Dairy Science*, 80: 2896-2900.
72. Yang, P., Fan, Y., Zhu, M., Yang, Y., Ma, Y. (2018.): Energy content, nutrient digestibility coefficient, growth performance and serum parameters of pigs fed diets containing tomato pomace. *Journal of Applied Animal Research*, 46(1): 1483-1489.

73. Yitbarek, B. (2013.): The effect of feeding different levels of dried tomato pomace on the performance of Rhode Island Red (RIR) grower chicks. *International Livestock Production*, 4: 35-41.
74. Yuangklang, C., Vasupen, K., Srenanul, P., Wongsuthavas, S., Mitchaothai, J. (2006.): Effect of utilization of dried tomato pomace as roughage source on feed intake, rumen fermentation and blood metabolites in beef cattle. *Proceedings of the 44th Kasetsart University Annual Conference, Animals, Veterinary Medicine Pages*: 158-166.
75. Yuangklang, C., Vasupen, K., Srenanul, P., Wongsuthavas, S., Mitchaothai, J., Kongwaha, K. (2007.): Effect of substitution of soybean meal by dried tomato pomace on feed intake, rumen fermentation and nitrogen utilization in goats. *Proceedings of the British Society of Animal Science*: 240.
76. Yuangklang, C., Vasupen, K., Wognenen, C., Wongsuthavas, S., Beynen, A.C., Wittayakun, S., Srenanul, P. (2015.): Digestibility of sundried tomato pomace in dogs. *Journal of Applied Animal Science*, 8(3): 35-42.

SUMMARY

In tomato processing, various by-products are produced: pomace, pulp, skin, seeds, but also unused parts of the fruit which should be disposed of in order to reduce the harmful effects on the environment. Tomato pomace is the most abundant by-product produced during tomato processing. The aim of this paper is to show the possibilities of using tomato by-products in the feeding of domestic animals, divided according to the structure of the digestive system, with special reference to recent scientific knowledge, and to propose their optimal levels of use. Tomato by-products have a significant proportion of water and carbohydrates, a smaller amount of proteins and lipids, and are rich in bioactive compounds, primarily those from the group of carotenoids, especially lycopene. The efficiency of using tomato by-products depends on the structure of the digestive system of domestic animals, the age and production stage of the animals, as well as the composition of the diet and the form of offered by-product. Analyzing the available literature on the use of tomato by-products in the feeding of domestic animals, it can be concluded that in order to achieve favorable production and physiological effects and to prevent their negative effects, for non-ruminants up to 10 or a maximum 15% of the diet is recommended, and for ruminants more than 20%.

Key words: tomato by-products, feeding, ruminants, non-ruminants, tomato pomace