

ORIGINALNI ZNAKSTVENI RAD

Utjecaj smanjenja količine kantaksantina u krmnim smjesama na boju kože i mesa te senzorska svojstva mesa brojlera

Ivica Kos^{1*}, Zlatko Janječić¹, Dalibor Bedeković¹, Goran Kiš¹, Ivan Širić¹, Ivan Vnućec¹, Tomislav Crnčec¹

Sažetak

Cilj rada bio je utvrditi učinak smanjenja dodatka kantaksantina u krmne smjese za tov brojlera na boju kože i mesa te senzorska svojstva mesa. Istraživanje je provedeno na 200 pilića koji su hranjeni 40 dana i raspoređeni u 4 tretmana i 5 ponavljanja. Pokusne krmne smjese bile su jednakih sirovin-skih receptura, a količina kantaksantina bila je najvećeg dozvoljenog iznosa od 25 mg/kg krmne smjese (tretman P100) ili je bila na razini 80 % (tretman P80), 60 % (tretman P60) ili 40 % (tretman P40) od najvećeg dozvoljenog iznosa. Istraživanjem je ustanovljena dosljedna promjena boje vanjskih i unutrašnjih površina kože kao i svježeg, odmrznutog i toplinski obrađenog prsnog mišića pri smanjenom dodatku kantaksantina. Pritom je boja kože ili prsnog mišića bila svjetlija, manje crvena i žuta te manje zasićena, dok utjecaj na nijansu boje nije uočen. Istraživanjem su ustanovljene statistički značajne razlike u svjetlini L*, crvenilu a*, žutilu b* i zasićenosti boje C* između tretmana s najvećim dodatkom kantaksantina i tretmana P40. Pored toga, statističke značajne razlike između tretmana s najvećim dodatkom kantaksantina i tretmana P60 utvrđene su samo za žutilo b* i zasićenost boje C*, dok smanjenje količine kantaksantina u tretmanu P80 nije utjecalo na boju. Senzorskim analizama nisu utvrđene statistički značajne razlike između tretmana, ali je pri primjeni metode analiziranja kašnjanja ustanovljeno značajno smanjenje prosjeka dopadljivosti izgleda kod 40 do 60 % ocjenjivača kada je boja toplinski obrađenog mesa bila označena kao jako izražena ili kao preslabo izražena. Slijedom tog, može se zaključiti da je smanjenje dodatka kantaksantina u krmne smjese za tov brojlera kao kod tretmana P80 i P60 moguće, a rezultati ukazuju da može biti opravdan radi veće prihvatljivosti boje.

Ključne riječi: pigmenti, brojleri, hranidba, koža, prsni mišić, senzorska analiza

Uvod

Boja trupa brojlera značajno utječe na odabir potrošača. Različite regije svijeta preferiraju različitu boju mesa pilića. Brojlere žute boje trupa potrošači u Kini smatraju poželjnijim od istih druge boje te se iz tog razloga u njihovoj proizvodnji dodaju pigmenti u krmne smjese već više od 40

godina (Tunio i sur., 2013.). U Italiji, potrošači na sjeveru zemlje, gdje glavninu obroka brojlera čini kukuruz bogat pigmentima preferiraju naglašeniju žutu boju pilećeg trupa, dok na jugu, gdje glavninu obroka čini pšenica siromašna pigmentima potrošači preferiraju bijeli trup (Sirri i sur., 2010.).

¹ Izv. prof. dr. sc. Ivica Kos; prof. dr. sc. Zlatko Janječić; izv. prof. dr. sc. Dalibor Bedeković; izv. prof. dr. sc. Goran Kiš; izv. prof. dr. sc. Ivan Širić; izv. prof. dr. sc. Ivan Vnućec; Tomislav Crnčec, mag. ing. agr., student; Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet, Svetošimunska cesta 25, 10000 Zagreb, Hrvatska
*autor za korespondenciju: ikos@agr.hr

Potrošači u Meksiku i SAD-u preferiraju žuto-narančastu boju trupa pilića što iziskuje dodatnu upotrebu pigmentata u hranidbi brojlera, a samim time dolazi do poskupljenja proizvodnje (Castaneda i sur., 2005.). Bez obzira na nijansu boje, pilići s manje poželjnom bojom za potrošača imaju nižu vrijednost na tržištu, a samim time i slabiju prodaju (Tunio i sur., 2013.). Brojna istraživanja navode da na boju kože utječu različiti čimbenici. Pritom pigmentacija, odnosno boja kože pilića uglavnom ovisi o genetici, koncentraciji i izvoru pigmentata u obroku, zdravstvenom statusu pilića te o postupcima za vrijeme klanja (Amaya i sur. 2014.; Sirri i sur., 2010.).

Nasuprot većim razlikama u boji kože, pa samim time i u preferenciji potrošača, boja mesa češće ima ujednačenije zahtjeve diljem svijeta. Gledajući općenito, potrošači pilećeg mesa preferiraju da je svježe meso bataka i zabataka tamno-ružičaste boje, a prsa blijedo-ružičaste boje. Međutim, kao i boja kože, i boja mesa ovisi o drugim čimbenicima kao što su spol, genetika (hibrid), hranidba, pH mesa te načini prerade i skladištenja (Janječić, 2004.; Medić i sur., 2009.). Iako je glavni nosioc boje u mesu mioglobin odnosno globularni sarkoplazmatski protein s hem strukturom, pojedina istraživanja upućuju da se pri izraženijoj žutoj boji kože pojavljuje i izraženija žuta boja pilećih prsa (Bianchi i sur., 2007.). U prilog tome su rezultati Grashorn (2016.) koji iskazuje da s dodatkom žutih pigmentata u hranu raste intenzitet žute boje mišića prsa, a pri dodatku crvenog pigmenta kantaksantina raste intenzitet crvene boje mesa. Navedeno je značajno pri konzumaciji mesa, jer meso pri toplinskoj obradi mijenja boju iz ružičaste u sivkasto-smeđe nijanse pa bi pojava žućih i crvenijih nijansi boje povoljnije djelovala na potrošača.

Poznato je da perad ne može sintetizirati karotenoide koji predstavljaju najvažnije pigmente koji doprinose boji kože. Uz to, danas se najčešće koriste brzorastući hibridi pilića s trajanjem tova kraćim od 40 dana tijekom kojih trebaju dobiti poželjnu boju kože. Uobičajeni sastav krmnih smjesa se bazira na kukuruzu i nusproduktima soje kojima se ne zadovoljava sadržaj i tip ksantofila za izraženu žutu do žuto-narančastu boju kože kako navode Saha i sur. (1999.). Kako bi se navedeno ostvarilo u krmne smjese za hibridne piliće se dodaju visoke koncentracije sintetskih pigmentata. Najčešće korišteni pigmenti su ksantofili (kantaksantin, astaksantin i zeaksantin) koji doprinose s

gotovo 90% svih pigmentata. Europska regulativa dozvoljava dodavati u hranu pilića u tovu sintetske ili ekstrahirane ksantofile do najviše 80 mg/kg, a gledajući samo crveni pigment kantaksantin do 25 mg/kg (Europska komisija, 2015.). S obzirom da je kantaksantin lipofilni spoj, taloži se značajnije u masnim tkivima poput potkožnog masnog tkiva pilića (Amaya i sur. 2014.). Kantaksantin se pojavljuje prirodno u okolišu te se smatra da ne predstavlja genotoksični rizik pri upotrebi u dozvoljenim koncentracijama (Europska agencija za sigurnost hrane, 2014.). Potreba za smanjenjem količina dodanih pigmentata u hrani pojačana je zahtjevima potrošača pa je cilj ovog rada bio utvrditi utjecaj smanjenja količine kantaksantina u krmnim smjesama u tovu hibridnih pilića na boju kože i mesa te na senzorska svojstva mesa.

Materijali i metode

Istraživanje je provedeno u proljetnom razdoblju u pokusnom objektu Zavoda za hranidbu životinja Sveučilišta u Zagrebu Agronomskog fakulteta. U istraživanju je korišteno 200 muških jednodnevnih pilića Ross 308 koji su slučajnim izborom svrstani u dvadeset skupina s po 10 pilića u svakoj. Pilići su bili držani podno, u boksovima, prema tehnološkim normativima (33 kg/m²). Na betonski pod stavljena je prostirka od dezinficirane suhe blanjevine debljine cca. 10 cm preko koje je navučen papir. Papir je imao ulogu smanjenja konzumacije sitnih dijelova prostirke i rastepa krmne smjese u prvih sedam dana tova. Skupine pilića bile su međusobno odijeljene žičanom mrežom između kaveza. Uvjeti držanja bili su za sve skupine ujednačeni. Ventilacija je u objektu bila prirodna (gravitacijska), a pilići su grijani infracrvenim žaruljama jačine 250 W. Sam objekt je još dodatno grijan s dva električna radijatora. Temperatura u zoni boravka pilića iznosila je 32 °C na početku pokusa, te je postupno snižavana u skladu s tehnološkim normativima.

Ukupno su pripremljena četiri hranidbena tretmana s pet ponavljanja, a radi izbjegavanja pozicijskog efekta skupinama pilića su nasumično dodijeljeni tretmani. Krmne smjese za pojedine tretmane bile su jednakih sirovinskih receptura. Tretmani su se razlikovali u količini kantaksantina (E161g) koji je bio izračunat u odnosu na najveću dozvoljenu količinu koja iznosi 25 mg/kg krmne smjese prema EU regulativi 2015/1486 (Europ-

ska komisija, 2015). Stoga je udio kantaksantina u krmnim smjesama kod tretmana P40 iznosio 40 % najvećeg iznosa, kod tretmana P60 je iznosio 60 %, kod tretman P80 je iznosio 80%, dok je najveći dozvoljeni udio dodan u krmne smjese kod tretmana P100. Krmne smjese nisu sadržavale kokcidostatik već je on naknadno umiješan u pokusnom

objektu. U istraživanju je korišteno 5 vrsta krmnih smjesa: predstarter (od 1. do 3. dana tova), Brostarter22 (od 4. do 14. dana tova), Brogrover20 (od 15. do 26. dana tova), Brogrover18 (od 27. do 35. dana tova) i završna krmna smjesa Brofiniser18 (od 36. do 40. dana tova). Kemijski sastav krmnih smjesa prikazan je u tablici 1.

Tablica 1. Kemijski sastav krmnih smjesa korištenih u istraživanju
Table 1 Chemical composition of feed mixtures used in research

Pokazatelj / Trait, g/kg	Predstarter / Prestarter	Brostarter22	Brogrover20	Brogrover18	Brofiniser18
Vlaga / Moisture	104	107	100	104	104
Pepeo / Ash	59	57	49	52	47
Sirovi protein / Crude protein	224,4	227,8	208,1	183,9	184,1
Sirova mast / Crude fat	55	44	43	55	60
Sirova vlakna / Crude fiber	34	24	28	24	25
Kalcij / Calcium	10,0	9,2	9,5	10,0	8,5
Fosfor / Phosphorus	5,9	5,5	5,3	5,7	5,6
Natrij / Sodium	1,9	1,7	1,3	1,7	1,7
Šećer / Sugar	52,2	41,5	37,6	30,2	33,1
Škrob / Starch	416,6	404,2	453,0	310,0	375,5

Pilići su bili hranjeni ad libitum prvih sedam dana iz okruglih plastičnih podnih hranilica, a zatim do kraja istraživanja iz okruglih visećih hranilica. Napajanje pilića provedeno je prvih 7 dana iz okruglih pojilica kapaciteta 3 l, a zatim do kraja istraživanja iz okruglih pojilica kapaciteta 10 l i iz automatskih okruglih pojilica. Hranilice i pojilice podizane su u skladu s porastom pilića kako ne bi došlo do stvaranja prsnih žuljeva te kako bi pilićima ojačale noge i kako bi ih se natjeralo na stajanje.

Klanje 40 dana starih brojlera izvršeno je prema uvriježenim tehnološkim radnjama: omamljivanje, iskrvarenje, šurenje, skidanje perja, evisceracija, završno čišćenje i pranje. Klanje i obrada je trajala 45 minuta, a 1 sat nakon klanja uslijedilo je mjerenje boje kože prsiju s vanjske površine trupa. Odabrana područja za mjerenje boje nisu imala očite nedostatke poput modrica, promjena boje, krvarenja, oštećenja nastalih pri manipulaciji sa živim jedinkama ili trupovima koja bi mogla utjecati na ujednačenost očitavanje boje. U tu svrhu upotrijebljen je uređaj Minolta Chroma-Meter CR-410 sa standardnom iluminacijom za meso

D65 i korištenjem CIE L*a*b* spektra boja. Vrijednosti nijanse boje i zasićenosti izračunati su prema formulama: nijansa (H*)=arctan(b*/a*); zasićenost (C*)=sqrt(a*²+b*²). Potom su trupovi hlađeni u hladnjači na +4 °C tijekom 24 sata. Nakon hlađenja izvršeno je mjerenje boje kože prsiju s vanjske i unutrašnje površine kao i mjerenje boje prsnog mišića s ventralne strane uz trajanje stabilizacije boje 10 minuta. S ciljem utvrđivanja razlika u boji izračunata je ΔE* vrijednost prema formuli: ΔE*=sqrt((L2*-L1*)²+(a2*-a1*)²+(b2*-b1*)²) pri čemu je u raspravi vrijednost ΔE*>2,3 označavala primjetnu razliku od strane ljudskog oka (Gaurav, 2003.).

Senzorska analiza je provedena na uzorcima vakumiranih prsnih mišića čuvanih mjesec dana u zamrzivaču na -25 °C. U tu svrhu su uzorci prsnih mišića odmrzavani jedan dan prije senzorske analize u hladnjaku na temperaturi +6 °C nakon čega je provedeno mjerenje boje prsnog mišića uz trajanje stabilizacije boje 10 minuta. Korištene su dvije senzorske metode: JAR (just-about-right) test i hedonistički test na toplinski obrađenim uzorcima prema Lawlessu i Heymannu (2010.). Za pripremu

toplinski obrađenih uzoraka korištena je konvekcijska pećnica u koju su stavljeni odmrznuti uzorci prsnih mišića u HDPE (polietilen visoke čvrstoće) vrećicama i potom toplinski obrađeni na 130 °C do postizanja temperature od 85 °C u centru mišića. Nakon toplinske obrade izmjerena je boja uzoraka uz trajanje stabilizacije boje 10 minuta te su uzorci narezani na kockice veličine 2 x 2 x 2 cm i čuvani na 50 °C do konzumacije. Hedonistički test i JAR test provedeni su u kontroliranim uvjetima pomoću 24 ocjenjivača (13 muških i 11 ženskih) s višegodišnjim iskustvom u senzorskim analizama. Ocjenjivači su tjedan dana prije ocjenjivanja metodološki pripremljeni za provedbu testova tijekom 5-satnog treninga s praktičnim vježbama za prepoznavanje i rangiranje kao i za definiranje graničnih vrijednosti svojstava. U hedonističkom testu ocjenjivači su izražavali dopadljivost izgleda, mirisa, okusa, teksture i ukupne dopadljivosti na 9-točkovnoj strukturiranoj skali od 1 do 9 gdje je 1 označavalo izrazito nesviđanje, a 9 izrazitu dopadljivost. Ocjenjivači su bili upućeni u konzumaciju kruha i vode prije svakog uzorka za neutralizaciju usta, dok su uzorci prezentirani kao slučajni potpuno izbalansirani blok dizajn. U JAR testu ocjenjivači su izražavali izraženost i primjerenost boje odreska prsnog mišića na skali od 1 do 5 gdje je 1 označavalo preslabu izraženost i primjerenost boje, 3 je označavalo idealnu izraženost i primjerenost boje, a 5 prejaku izraženost i primjerenost boje.

Dobiveni podaci obrađeni su pomoću statističkog programa SAS Studio University Edition 3.71 (SAS Institute, 2018). U obradi podataka instrumentalne boje i rezultata hedonističkog testa korištena je procedura GLM uz primjenu Tukey-Kramer post-hoc testa za utvrđivanje značajnosti razlika između tretmana ($P < 0,05$). U obradi rezultata JAR testa primijenjena je metoda analiziranja kažnjavanja (engl. Penalty Analysis) prema Lawless i Heymann (2010).

Rezultati i rasprava

Statističkom obradom podataka utvrđeno je da se svjetlina boje L^* vanjske površine kože na prsima mjereno 1 i 24 sata nakon klanja (tablica 2.) nije statistički značajno razlikovala između tretmana. S druge strane, crvenilo kože a^* bilo je značajno veće u tretmanu s najvećim dodatkom kantaksantina u krmnoj smjesi (P100) u odnosu na tretman s najmanjim dodatkom (P40). Slični rezultati su utvr-

đeni kod žutila kože b^* koje je bilo značajno veće kod tretmana P100 i P80 u odnosu na P40 tretman. Nijansa boje kože H^* nije se značajno razlikovala između tretmana, ali je zasićenost boje kože C^* bila značajno manja u tretmanima s manjim sadržajem kantaksantina (P40 i P60) u odnosu na tretman s najvećim sadržajem (P100). Slijedom tog može se zaključiti da smanjenje sadržaja kantaksantina za 60% u krmnim smjesama rezultira značajnim razlikama u crvenilu i žutilu vanjske kože bez obzira što je kantaksantin crveni pigment. Slične zaključke iznose Castaneda i sur. (2005.) i Tunio i sur. (2013.) koji su utvrdili da upotreba različitih pigmenta ili količina uzrokuje značajnu promjenu u boji kože. Iz dobivenih rezultata, vrijedno je uočiti da smanjenje sadržaja kantaksantina u krmnim smjesama za 20 % ne uzrokuje značajne razlike u boji nakon 24 sata hlađenja. Pritom su vrlo podudarni rezultati boje vanjske površine kože ustanovljeni 1 sat nakon klanje te nakon 24 sata hlađenja.

Nakon 24 sata hlađenja provedeno je mjerenje boje unutrašnje površine kože na prsima kao i samog prsnog mišića, a rezultati su prikazani u tablici 3. Pritom su utvrđene brojnije razlike između tretmana nego što je utvrđeno pri mjerenjima vanjske površine kože. Razlike između tretmana utvrđene su za svjetlinu L^* , crvenilo a^* i žutilo b^* vrijednosti kao i za zasićenosti boje C^* , dok razlika između tretmana u nijansi H^* nije utvrđena kao što to nije bilo ni kod mjerenja vanjske površine kože. Općenito, tretman s najvećim dodatkom kantaksantina P100 imao je značajno tamniju boju unutrašnje površine kože, izraženije crvene i žute boje, kao i veću zasićenost boje u odnosu na tretman sa smanjenim dodatkom kantaksantina P40. Dodatno, pri mjerenju boje unutrašnje površine kože utvrđeno je da su razlike u crvenilu, žutilu i zasićenosti boje utvrđene i između tretmana P80 i P60. Međutim, vrijedi istaknuti da je varijabilnost žutila b^* na vanjskim površina kože bila veća (koeficijent varijabilnosti od 7,5 do 12,9 %) nego na unutrašnjim površinama (koeficijent varijabilnosti od 6,2 do 9,1 %). Slično je prethodno uočeno u istraživanju Sirri i sur. (2010.) pri ujednačenom sadržaju ksantofila u krmnim smjesama zbog čega je zaključeno da i drugi čimbenici imaju presudnu ulogu u formiranju boje. Navedeno je bitno radi ujednačenosti izgleda cijelih trupova što može imati nepovoljan utjecaj pri izboru od strane potrošača.

Vrijednosti pokazatelja boje prsnog mišića pokazuju slične trendovi kao i pri mjerenju vanj-

skih i unutrašnjih površina kože. Drugim riječima, sa smanjenjem dodatka kantaksantina boja prsnog mišića bila je svjetlija, manje crvena i žuta kao i manje zasićena. Pritom su utvrđene razlike između tretmana s najvećim dodatkom kantaksantina (P100) i tretmana s najmanjim udjelom kantaksantina (P40). Slično, utvrđeno je značajno manje crvenilo, žutilo i zasićenost boje prsnog mišića kod tretmana P60 u odnosu tretman P100, dok razlika u svjetlini između tretmana nije potvrđena. Pokazatelji boje nisu se značajno razlikovali između tretmana s najvećim dodatkom kantaksantina i tretmana s 20 %-tnim smanjenjem (P80), što upućuje na opravda-

nost primjene takvog postupka.

Nadalje, može se uočiti da je zasićenost boje C* bila veća na vanjskim i unutrašnjim površinama kože u odnosu na boju prsnog mišića što je u skladu s navodima Grashorn (2016.) koji ističe da je pigmentacije životinjskih tkiva znatno manje učinkovita te zahtijeva znatno veći dodatak pigmentata. Navedeno je u skladu i s EU regulativom (Europska komisija, 2015.) kojom je dopušten veći dodatak crvenog pigmenta kantaksantina u tovu pilića (25 mg/kg krmne smjese) koji je više nego triput veći u odnosu na dodatak za nesilicu u proizvodnji jaja (8 mg/kg krmne smjese).

Tablica 2. Vrijednosti pokazatelja boje vanjske površine kože mjereno 1 i 24 sata nakon klanja (prosjeak ± standardna greška)

Table 2 Colour traits of outer skin surface measured 1 and 24 h post mortem (mean ± standard error)

Pokazatelj / Trait ¹	Tretman / Treatment ²			
	P40	P60	P80	P100
Mjereno 1 sat nakon klanja / Measured 1 h post mortem				
L*	66,41 ± 1,65	66,09 ± 1,94	65,04 ± 2,10	65,61 ± 2,01
a*	6,28 ± 2,08 ^b	6,88 ± 1,88 ^{ab}	7,80 ± 2,47 ^{ab}	8,14 ± 2,09 ^a
b*	30,84 ± 4,22 ^b	33,23 ± 4,26 ^{ab}	35,25 ± 5,73 ^a	36,87 ± 4,39 ^a
H*	11,74 ± 4,55	11,79 ± 3,40	12,72 ± 4,45	12,56 ± 3,32
C*	31,56 ± 4,10 ^c	33,99 ± 4,21 ^{bc}	36,20 ± 5,61 ^{ab}	37,82 ± 4,32 ^a
Mjereno 24 sata nakon klanja / Measured 24 h post mortem				
L*	65,47 ± 2,81	64,83 ± 2,49	63,86 ± 3,26	63,49 ± 2,58
a*	9,68 ± 2,08 ^b	10,24 ± 2,30 ^{ab}	11,05 ± 2,82 ^{ab}	11,85 ± 2,47 ^a
b*	36,72 ± 2,74 ^b	37,53 ± 4,32 ^b	39,19 ± 4,19 ^{ab}	42,44 ± 5,48 ^a
H*	14,80 ± 3,38	15,28 ± 3,28	15,89 ± 4,43	15,70 ± 3,32
C*	38,03 ± 2,65 ^b	38,96 ± 4,39 ^b	40,83 ± 3,97 ^{ab}	44,14 ± 5,43 ^a

¹ L*: svjetlina / lightness; a*: crvenilo / redness; b*: žutilo / yellowness; H*: nijansa boje / hue; C*: zasićenost boje / chroma

² P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

abc Vrijednosti unutar reda označene različitim slovima označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05) između tretmana / Values within row marked with different letters means statistically significant difference (P<0.05) between treatments

Temeljem dobivenih rezultata iz tablica 2 i 3 može se zaključiti da je i pri smanjenju količine dodatka kantaksantina za 20% kao u tretmanu P80 postignuta jednaka boja kao pri tretmanu s najvećim dodatkom pigmenta. Navedeno može upućivati na mogućnost smanjenja sadržaja kantaksantina u krmnih smjesama bez primjetne promjene boje vanjskih i unutrašnjih površina kože.

Na grafikonu 1 prikazane se vrijednosti pokazatelja boje mjerene nakon odmrzavanja (puna linija) i toplinske obrade (isprekidana linija)

prsnog mišića. Promjene pokazatelja boje slične su prethodno opisanim trendovima usprkos tome što smrzavanje i kasnije odmrzavanje uzrokuje denaturaciju mioglobina i posljedično povećanje osjetljivosti mioglobina na autooksidaciju i gubitak optimalne manifestacije boje (Leygonie i sur., 2012.). Statističkom obradom nisu utvrđene značajne razlike u svjetlini L* i nijasni H* između tretmana kod odmrznutog svježeg i toplinski obrađenog prsnog mišića. Ističe se razlika u crvenilu a*, žutilu b* i zasićenosti boje C* između tretmana kod odmr-

Tablica 3. Vrijednosti pokazatelja boje unutrašnje površine kože i prsnog mišića mjereno 24 sata nakon klanja (prosjeak ± standardna greška)

Table 3 Colour traits of inner skin surface and breast muscle measured 24 h post mortem (mean ± standard error)

Pokazatelj / Trait ¹	Tretman / Treatment ²			
	P40	P60	P80	P100
Unutrašnja površina kože / Inner skin surface				
L*	70,39 ± 2,96 ^a	69,69 ± 2,64 ^{ab}	68,23 ± 3,21 ^{ab}	67,97 ± 2,81 ^b
a*	9,20 ± 2,04 ^b	10,08 ± 1,77 ^{ab}	11,06 ± 2,48 ^a	11,31 ± 2,16 ^a
b*	30,99 ± 1,92 ^b	32,41 ± 2,84 ^b	35,25 ± 2,30 ^a	36,30 ± 3,31 ^a
H*	16,58 ± 3,93	17,41 ± 3,67	17,52 ± 4,37	17,51 ± 4,22
C*	32,39 ± 1,72 ^b	34,00 ± 2,58 ^b	37,05 ± 1,85 ^a	38,12 ± 2,82 ^a
Prsni mišić / Breast muscle				
L*	65,47 ± 2,81	64,83 ± 2,49	63,86 ± 3,26	63,49 ± 2,58
a*	9,68 ± 2,08 ^b	10,24 ± 2,30 ^{ab}	11,05 ± 2,82 ^{ab}	11,85 ± 2,47 ^a
b*	36,72 ± 2,74 ^b	37,53 ± 4,32 ^b	39,19 ± 4,19 ^{ab}	42,44 ± 5,48 ^a
H*	14,80 ± 3,38	15,28 ± 3,28	15,89 ± 4,43	15,70 ± 3,32
C*	38,03 ± 2,65 ^b	38,96 ± 4,39 ^b	40,83 ± 3,97 ^{ab}	44,14 ± 5,43 ^a

¹L*: svjetlina / lightness; a*: crvenilo / redness; b*: žutilo / yellowness; H*: nijansa boje / hue; C*: zasićenost boje / chroma

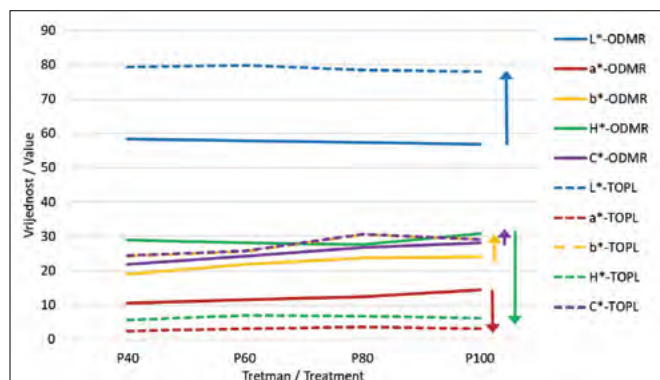
²P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

ab Vrijednosti unutar reda označene različitim slovima označavaju statistički značajnu razliku (P<0,05) između tretmana / Values within row marked with different letters means statistically significant difference (P<0.05) between treatments

znatnog prsnog mišića, te žutilo b* i zasićenost boje C* kod toplinski obrađenog prsnog mišića. Pritom su značajno veće vrijednosti tih pokazatelja boje utvrđene kod tretmana s većim udjelom kantaksantina (P100 i P80) u odnosu na tretmane s manjim udjelom (P60 i P40). Nakon toplinske obrade izostala je statistički značajna razlika u crvenilu a* između

tretmana, što je u skladu s denaturacijom mioglobina pri temperaturama većim od 55 °C (Hunt i sur., 1999.), a koji je nosioc crvene boje u mesu.

Smjer i veličina promjena pokazatelja boje uslijed toplinske obrade prikazani su na grafikonu 1 iz kojeg je vidljivo znatno povećanje svjetline L* i malo povećanje žutila b* i zasićenosti boje



Grafikon 1. Vrijednosti pokazatelja boje prsnog mišića nakon odmrzavanja i nakon toplinske obrade s naznakom smjera promjene uslijed toplinske obrade

Graph 1 Color traits of the breast muscle after thawing and after heat treatment with an indication of the direction of change due to heat treatment

P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

-ODMR: prsni mišić nakon odmrzavanja / breast muscle after thawing; -TOPL: prsni mišić nakon toplinske obrade / breast muscle after heat treatment

C*. S druge strane pri toplinskoj obradi znatno se smanjuje nijansa boje H* dok je smanjenje crvenila a* bilo manje izraženo bez obzira na količinu dodanog kantaksantina. Navedeno je u potpunosti u skladu s opažanjima koje navode Fletcher i sur. (2000.) uz zaključak da je varijabilnost boje prsnog mišića nakon toplinske obrade bila manja, dok Saláková i sur. (2009.) navode da se pri toplinskoj obradi uz L* i b* povećava i a* vrijednost. Prethodna istraživanja ukazuju na gubitak ksantofila prilikom toplinske obrade pri čemu su znatno češća istraživanja na jajima. Pritom se navodi da je gubitak kantaksantina od 6 (Nimalaratne i sur., 2012.) do 12 % (Schlatterer i Breithaupt, 2006.). S obzirom da je utjecaj kantaksantina bio vrlo dosljedan pri mjerenjima boje vanjske i unutrašnje površine kože kao i pri mjerenjima boje svježeg, odmrznutog i toplinski obrađenog prsnog mišića, može se zaključiti da je i utjecaj kantaksantina zadržan i nakon toplinske obrade usprkos očekivanim gubicima.

S ciljem utvrđivanja razlika u boji izračunata je ΔE^* vrijednost kako navodi Gaurav (2003.), a rezultati su prikazani u tablici 4. Pritom je utvrđena razlika u boji vanjske površine kože izmjerena 1 i 24 sata nakon klanja u iznosu od 5,24 kod tretmana P80 do 7,02 kod tretmana P100, odnosno pri svakom tretmanu je utvrđena vrijednost veća od vrijednosti $\Delta E^*=2,3$ koja označava primjetnu razliku od strane ljudskog oka (Gaurav, 2003.). Prema tome

možemo zaključiti da je boja vanjske površine kože mjerena 1 i 24 sata nakon klanja primjetno različita kao što je utvrđeno u istraživanju Castaneda i sur. (2005.) što bi moglo biti uzrokovano sušenjem vanjskog sloja kože odnosno stvaranjem pokožice tijekom hlađenja. Nadalje, razlika u boji vanjske i unutrašnje površine kože mjereno 24 sata nakon klanja izražena kao ΔE^* vrijednost iznosila je od 5,88 (tretman P80) do 7,62 (tretman P100). Kako su dobivene ΔE^* vrijednosti veće od primjetne razlike $\Delta E^*=2,3$ kako navodi Gaurav (2003.), takav rezultat upućuje na zaključak da se boja vanjske i unutrašnje površine kože može prepoznavati kao različita od strane ljudskog oka. Navedeno je u skladu sa zaključcima Amaya i sur. (2014.) koji navode da je taloženje kantaksantina izraženije u masnom tkivu, a kod peradi je značajnije taloženje masti u potkožnom sloju pa je utvrđivanje izraženijih razlika u boji kože s unutrašnjih površina kože kao i razlika u boji u odnosu na vanjsku površinu očekivana.

Prema tablici 4. razlika u boji svježeg i odmrznutog prsnog mišića iskazana pomoću ΔE^* vrijednosti iznosila je od 3,58 (kod tretmana P80) do 6,33 (tretman P40) što je veće od primjetne razlike $\Delta E^*=2,3$ kako navodi Gaurav (2003.). A u prilog veličini promjene boje prsnog mišića tijekom toplinske obrade izračunata je ΔE^* vrijednost kao razlika u boji odmrznutog i toplinski obrađenog prsnog mišića. Utvrđena je ΔE^* vrijednost u rasponu od 23,06

Tablica 4. Prosječne razlike u boji (ΔE^* vrijednosti) pri različitim mjerenjima

Table 4 Average difference in the colour (ΔE^* values) at different measurements

Svojstvo / Trait	Tretman / Treatment ¹			
	P40	P60	P80	P100
Razlika u boji vanjske površine kože mjereno 1 i 24 sata nakon klanja / The difference in the colour of the outer skin surface measured 1 and 24 h post mortem	6,86	5,60	5,24	7,02
Razlika u boji vanjske i unutrašnje površine kože mjereno 24 sata nakon klanja / The difference in the colour of the outer and inner surface of the skin measured 24 h post mortem	7,57	7,06	5,88	7,62
Razlika u boji svježeg i odmrznutog prsnog mišića / The difference in the colour of fresh and thawed breast muscle	6,33	5,22	3,58	5,89
Razlika u boji odmrznutog i toplinski obrađenog prsnog mišića / The difference in the colour of thawed and heat-treated breast muscle	23,06	23,85	23,84	24,43

¹ P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

(tretman P40) do 24,43 (tretman P100) što je znatno veće od primjetne razlike $\Delta E^* = 2,3$ kako navodi Gaurav (2003). Takvim rezultatom se ističe utjecaj visoke temperature na promjenu boje uzrokovano denaturacijom proteina, posebice mioglobina pri temperaturama većim od 55 °C (Hunt i sur., 1999.).

U tablici 5. prikazane su ocjene senzorskih svojstava mesa pilića iskazane kao prosjek \pm standardna greška dobivene hedonističkim testom. Statističkom analizom nisu utvrđene razlike između tretmana ($P < 0,05$), ali se može uočiti da je najveća prosječna ocjena za svojstvo izgled, miris, okus

Tablica 5. Prosječne ocjene senzornih karakteristika mesa prsa dobivene hedonističkim testom (prosjek \pm standardna greška)

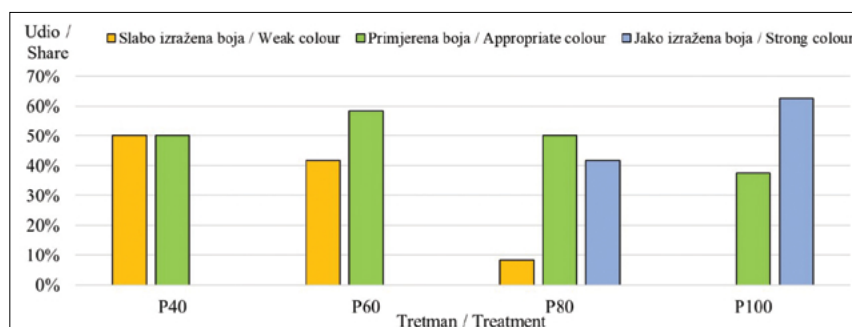
Table 5 Average scores of sensory traits of breast meat acquired by hedonic test

Svojstvo / Trait	Tretman / Treatment ¹			
	P40	P60	P80	P100
Izgled / Appearance	6,65 \pm 2,11	7,33 \pm 1,47	6,42 \pm 2,00	6,50 \pm 2,27
Miris / Odour	6,54 \pm 1,89	7,13 \pm 1,51	6,58 \pm 1,72	6,88 \pm 1,65
Okus / Flavour	6,50 \pm 2,06	6,83 \pm 1,81	6,63 \pm 1,88	6,54 \pm 2,40
Tekstura / Texture	6,79 \pm 1,84	6,75 \pm 2,03	6,67 \pm 1,66	6,33 \pm 2,39
Ukupna dopadljivost / Overall likeability	6,82 \pm 1,89	7,13 \pm 1,65	6,50 \pm 1,82	6,61 \pm 2,20

¹P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

i ukupna dopadljivost ustanovljena kod tretmana P60, dok je kod tretmana P40 utvrđena najveća prosječna ocjena za svojstvo tekstura. Temeljem tog može se zaključiti da hedonističkim testom s educiranim ocjenjivačima nije potvrđena razlika između tretmana s dodatkom različitih udjela pigmenta, iako su tretmani s manjim udjelom pigmenta dobili veće prosječne ocjene. Istraživanja o utjecaju dodatka pigmenta na pilećem mesu su rijetka što je u skladu s navodima Grashorn (2016.), a navedeno se pogotovo odnosi na istraživanja senzorskih svojstava. Jedan od razloga je što su najčešće korišteni ksantofili lipofilni spojevi, a poznato je prsni mišić sadrži vrlo malo masti pa je

taloženje kantaksantina očekivano manje. Usprkos tome, utvrđene se razlike u instrumentalno određenoj boji kako je prethodno opisano, no navedeno ne znači da će i ocjenjivači male promjene u boji označavati sa statistički različitim dopadljivostima. U prilog tome su rezultati senzorske analize prsnog mišića brojlera hranjenih sa sintetskim ksantofilima, biljnim ekstraktima timijana i kadulja kao i ksantofilima nevena kako navode Koreleski i Świątkiewicz (2007.). Autori su utvrdili da između tretmana ne postoje razlike u teksturnim svojstvima, dok je utvrđena mala razlika u mirisu i okusu, pri čemu su sintetski ksantofili imali nepovoljniji senzorski odgovor.

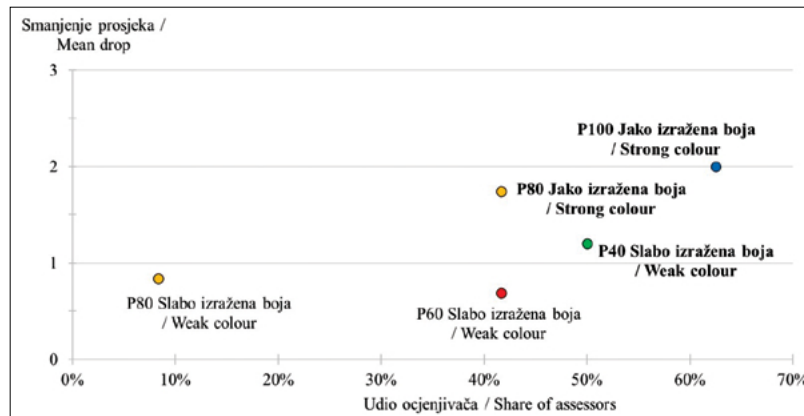


Grafikon 2. Distribucija ocjena JAR testa prema izražajnosti/prikladnosti boje toplinski obrađenog mesa prsiju
Graph 2 Distribution of JAR test scores according to expressiveness/appropriateness of the colour of heat-treated breast meat

P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

Na grafikonu 2 prikazana je distribucija kumulativnih ocjena JAR testa prema izražajnosti odnosno prikladnosti boje toplinski obrađenog mesa. S povećanjem količine pigmenta u krmnim smjesama od P40 do P100 ustanovljeno je smanjenje učestalosti slabo izražene boje, a povećanje

učestalosti jako izražene boje. Pritom je najveći udio ocjenjivača (58,33 %) označilo primjerenu boju kod tretmana P60, dok je 50 % ocjenjivača s takvom karakterizacijom opisalo tretmane P40 i P80, a najmanje kod tretmana P100 (37,50 %).



Grafikon 3. Smanjenje prosjeka dopadljivosti izgleda u odnosu na udio ispitivača dobiveno metodom analiziranja kažnjavanja

Graph 3 Mean drop of the appearance likeability in relation to the share of assessors obtained by the Penalty Analysis method

P40: udio kantaksantina / canthaxantin level 40 %; P60: udio kantaksantina / canthaxantin level 60 %; P80: udio kantaksantina / canthaxantin level 80 %; P100: udio kantaksantina / canthaxantin level 100 %

Na grafikonu 3 prikazano je smanjenje prosjeka (engl. mean drop) dopadljivosti izgleda u odnosu na udio ispitivača dobiveno metodom analiziranja kažnjavanja (Lawless i Heymann, 2010.) iz podataka hedonističkog testa za svojstvo izgled i podataka JAR testa. U ovoj analizi je namjera prikazati kako su rezultati JAR testa boje toplinski obrađenog mesa povezani s dopadljivosti izgleda. Na grafikonu su prikazane samo one razine koje su dobivene JAR testom (grafikon 2) pa JAR razine jako izražena boja kod tretmana P40 i P60 kao i JAR razine slabo izražena boja kod tretmana P100 nisu bile utvrđene i stoga nisu prikazane. Na grafikonu se izdvajaju dva opažanja. Jedno opažanje je vezano uz tretmane koji imaju smanjenje prosjeka manje od 1 što će se smatrati nedovoljnim učinkom bez obzira na udio ispitivača. U toj skupini se nalaze JAR razine slabo izražene boje tretmana P60 i P80. Drugo opažanje je vezano uz tretmane koji su imali smanjenje prosjeka veće od 1 i velik udio ocjenjivača što će se smatrati značajnim učinkom. U ovoj skupini se nalaze tretmani P80 i P100 s JAR razinom jako izražena boja i tretman P40 s JAR razinom slabo izražena boja. Stoga ovi rezultati upućuju da je kod 40 do 60 % ocjenjivača tretmanima P80

i P100 ustanovljeno značajno smanjenje prosjeka dopadljivosti izgleda kada je boja toplinski obrađenog mesa bila označena kao jako izražena, dok je kod tretmana P40 smanjenje prosjeka povezano s preslabo izraženom bojom. Navedeni rezultati se poklapaju s rezultatima prikazanim u tablici 4 koji opisuju rezultate hedonističkog testa gdje su skupine P40, P80 i P100 imale manju prosječnu ocjenu za svojstvo izgled u odnosu na skupine P60. Kako je već rečeno, razlike između tretmana nisu bile statistički značajne, ali s obzirom da su potvrđene metodom analiziranja kažnjavanja potrebno ih je uzeti u obzir pri donošenju zaključaka.

Zaključak

Rezultati ovog istraživanja pokazuju dosljedan utjecaj smanjenja sadržaja kantaksantina u krmnim smjesama na vanjsku i unutrašnju površinu kože brojlera, ali i na boju svježeg, odmrznutog i toplinski obrađenog prsnog mišića. Općenito je uočeno da je sa smanjenjem dodatka kantaksantina boja kože ili prsnog mišića bila svjetlija, manje crvena i žuta te manje zasićena, dok utjecaj na nijansu boje nije utvrđen. Pritom su ustanov-

ljene statistički značajne razlike najčešće između tretmana s najvećim dozvoljenim dodatkom kantaksantina (25 mg/kg krmne smjese) i tretmana sa 60 %-tnim smanjenjem količine kantaksantina (tretman P40). Nadalje, istraživanjem nije utvrđen utjecaj na boju pri smanjenju količine kantaksantina za 20 %. Senzorskim analizama primjerenosti boje (JAR test) i dopadljivosti (hedonistički test) toplinski obrađenog prsnog mišića nisu utvrđene statistički značajne razlike između tretmana. Pri primjeni metode analiziranja kažnjavanja ustanovljeno je značajno smanjenje prosjeka dopadljivosti izgleda kod 40 do 60 % ocjenjivača kada je boja

toplinski obrađenog mesa bila previše ili preslabo izražena. Slijedom tog, može se zaključiti da je smanjenje dodatka kantaksantina za 20 do 40 % u krmne smjese za tov brojlera moguć, a rezultati ukazuju da može biti opravdan radi veće prihvatljivosti boje.

Zahvala

Ovaj rad je djelomično izveden iz diplomskog rada Tomislava Crnčeca, mag. ing. agr., naziva „Utjecaj dodatka organskih minerala i pigmentata u hranu brojlera na prinos i kvalitetu mesa“. Provedba istraživanja potpomognuta je projektom „Centar za sigurnost i kvalitetu hrane“ (KK.01.1.1.02.0004) financiranog iz Europskog fonda za regionalni razvoj.

Literatura

- [1] Amaya, E., P. Becquet, S. Carné, S. Peris, P. Miralles (2014): Carotenoids in animal nutrition. Fefana, Bruxelles. Preuzeto s https://fefana.org/app/uploads/2022/05/2014-12-04_booklet_carotenoids.pdf
- [2] Bianchi, M., M. Petracci, F. Sirri, E. Folegatti, A. Franchini, A. Meluzzi (2007): The influence of the season and market class of broiler chickens on breast meat quality traits. *Poultry Science* 86, 959-963. <https://doi.org/10.1093/ps/86.5.959>
- [3] Castaneda, M. P., E. M. Hirschler, A.R. Sams (2005): Skin pigmentation evaluation in broilers fed natural and synthetic pigments. *Poultry Science* 84(1), 143-147. <https://doi.org/10.1093/ps/84.1.143>
- [4] Europska agencija za sigurnost hrane (2014): Scientific opinion on the safety and efficacy of canthaxanthin as a feed additive for poultry and for ornamental birds and ornamental fish. *EFSA Journal* 12(1), 3527. Preuzeto s <https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.2903/j.efsa.2014.3527>
- [5] Europska komisija (2015): Provedbena Uredba Komisije (EU) 2015/1486 od 2. rujna 2015. o odobrenju kantaksantina kao dodatka hrani za određene kategorije peradi, ukrasne ribe i ukrasne ptice. Preuzeto s <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/TXT/HTML/?uri=CELEX:32015R1486>
- [6] Fletcher, D.L., M. Qiao, D.P. Smith (2000): The relationship of raw broiler breast meat color and pH to cooked meat color and pH. *Poultry Science* 79, 784-788. <https://doi.org/10.1093/ps/79.5.784>
- [7] Gaurav, S. (2003): *Digital Color Imaging Handbook*. CRC Press.
- [8] Grashorn, M. (2016): Feed Additives for Influencing Chicken Meat and Egg Yolk Color. *Handbook on Natural Pigments in Food and Beverages*. Eds.: Carle, R., R. Schweiggert. Woodhead Publishing, pp. 283-302. doi:10.1016/b978-0-08-100371-8.00014-2
- [9] Hunt, M.C., O. Sørheim, E. Slinde (1999): Color and Heat Denaturation of Myoglobin Forms in Ground Beef. *Journal of Food Science* 64, 847-851. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.1999.tb15925.x>
- [10] Janječić, Z. (2004): Utjecaj predklaoničkih i klaoničkih faktora na kvalitetu mesa peradi. *Meso* 6, 31-32. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/25893>.
- [11] Koreleski, J., S. Świątkiewicz (2007): Dietary supplementation with plant extracts, xanthophylls and synthetic antioxidants: Effect on fatty acid profile and oxidative stability of frozen stored chicken breast meat. *Journal of Animal and Feed Sciences* 16, 463-471. <https://doi.org/10.22358/jafs/66802/2007>
- [12] Lawless, H.T., H. Heymann (2010): *Sensory Evaluation of Food – Principles and Practices*. Springer, New York.
- [13] Leygonie, C., T.J. Britz, L.C. Hoffman (2012): Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. *Meat Science* 91, 93-98. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013>
- [14] Medić, H., S. Vidaček, K. Sedlar, V. Šatović, T. Petrak (2009): Utjecaj vrste i spola peradi te tehnološkog procesa hlađenja na kvalitetu mesa. *Meso* 11(4), 223-231. Preuzeto s <https://hrcak.srce.hr/file/80174>.
- [15] Nimalaratne, C., D. Lopes-Lutz, A. Schieber, J. Wu (2012): Effect of domestic cooking methods on egg yolk xanthophylls. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60, 12547-12552. <https://doi.org/10.1021/jf303828n>
- [16] Saha, P., S. Chowdhury, S. Das, S. Saha (1999): Replacement Value of Two Bangladeshi Varieties of Yellow Corn for Wheat in the Diet of Laying Chicken. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences* 12(5), 776-782. <https://doi.org/10.5713/ajas.1999.776>
- [17] Sálaková, A., E. Straková, V. Válková, H. Buchtová, I. Steinhäuserová (2009): Quality Indicators of Chicken Broiler Raw and Cooked Meat Depending on Their Sex. *Acta Veterinaria Brno* 78, 497-504. <https://doi.org/10.2754/avb200978030497>
- [18] SAS Institute (2018). SAS Studio University Edition, release: 3.71.
- [19] Schlatterer, J, D.E. Breithaupt (2006): Xanthophylls in commercial egg yolks: quantification and identification by HPLC and

- LC-(APCI)MS using a C30 phase. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54, 2267-2273. <https://doi.org/10.1021/jf053204d>
- [20] Sirri, F., M. Petracci, M. Bianchi, A. Meluzzi (2010): Survey of skin pigmentation of yellow-skinned broiler chickens. *Poultry Science* 89, 1556-1561. <https://doi.org/10.3382/ps.2009-00623>
- [21] Tunio, M. T., S. Yang, Z. Chen, M. Zubair, J. Qiu, Y. Zhao, G. Chen, Y. Chow, A. Chen (2013): Effect of Pigments with Different Origins on Pigmentation and Performance of Broilers. *Pakistan Journal of Zoology* 45(6), 1715-1725.

Dostavljeno/Received: 23.08.2023.

Prihvaćeno/Accepted: 23.09.2023.

The effect of reducing the amount of canthaxanthin in feed mixtures on the skin and meat colour and sensory properties of broiler meat

Abstract

The aim of this paper was to determine the effects of reduced addition of canthaxanthin to broiler feed mixtures on skin and meat colour and sensory properties of the meat. The study was conducted on 200 chickens fed for 40 days, divided into 4 treatments and 5 replicates. The experimental feed mixtures consisted of the same raw recipes and the amount of canthaxanthin was maximum allowable amount of 25 mg/kg feed mixture (treatment P100) or was at the level of 80% (treatment P80), 60% (treatment P60) or 40% (treatment P40) of the maximum allowable amount. A consistent change in the colour of the external and internal surfaces of the skin and fresh, thawed and heat-treated breast muscle was observed with reduced addition of canthaxanthin. At the same time, the colour of the skin or breast muscle was lighter, less red and yellow and less saturated, while the effect on colour hue was not observed. The study found statistically significant differences in brightness L^* , redness a^* , yellowness b^* and colour saturation C^* between the treatment with the highest addition of canthaxanthin and the treatment P40. In addition, statistically significant differences between the treatment with the highest addition of canthaxanthin and the treatment P60 were only found for yellowness b^* and colour saturation C^* , while a reduction in the amount of canthaxanthin in treatment P80 had no effect on colour. Sensory analyses did not reveal statistically significant differences between treatments, but when the Penalty Analysis method was used, a decrease in average likeability of appearance was found in 40-60% of assessors when the colour of the heat-treated meat was rated as strongly expressed or as too weakly expressed. This suggests that a reduction in canthaxanthin addition to broiler feed mixtures as in treatments P80 and P60 is possible, and the results show that this can be justified in the interest of better colour acceptability.

Keywords: pigments, broilers, nutrition, skin, breast muscle, sensory analysis

Die Auswirkung einer Verringerung der Menge an Canthaxanthin in Futtermischungen auf die Haut- und Fleischfarbe sowie die sensorischen Eigenschaften von Masthähnchenfleisch

Zusammenfassung

Ziel dieser Arbeit war es, die Auswirkungen einer reduzierten Zugabe von Canthaxanthin zu Masthähnchenfuttermischungen auf die Haut- und Fleischfarbe sowie die sensorischen Eigenschaften des Fleisches zu bestimmen. Die Studie wurde an 200 Hühnern durchgeführt, die 40 Tage lang gefüttert wurden, aufgeteilt in 4 Behandlungen und 5 Wiederholungen. Die Versuchsfuttermischungen bestanden aus denselben Rohrezepturen und die Menge an Canthaxanthin entsprach der zulässigen Höchstmenge von 25 mg/kg Futtermischung (Behandlung P100) oder lag bei 80 % (Behandlung P80), 60 %

(Behandlung P60) oder 40 % (Behandlung P40) der zulässigen Höchstmenge. Bei reduziertem Zusatz von Canthaxanthin wurde eine gleichmäßige Veränderung der Farbe der äußeren und inneren Oberflächen der Haut und des frischen, aufgetauten und hitzebehandelten Brustmuskels beobachtet. Gleichzeitig war die Farbe der Haut oder des Brustmuskels heller, weniger rot und gelb und weniger gesättigt, während die Auswirkungen auf den Farbton nicht beobachtet wurden. Die Studie ergab statistisch signifikante Unterschiede in der Helligkeit L^* , der Röte a^* , der Vergilbung b^* und der Farbsättigung C^* zwischen der Behandlung mit dem höchsten Zusatz von Canthaxanthin und der Behandlung P40. Darüber hinaus wurden statistisch signifikante Unterschiede zwischen der Behandlung mit dem höchsten Canthaxanthin-Zusatz und der Behandlung P60 nur bei der Vergilbung b^* und der Farbsättigung C^* festgestellt, während eine Verringerung der Canthaxanthinmenge in der Behandlung P80 keine Auswirkungen auf die Farbe hatte. Die sensorischen Analysen ergaben keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen den Behandlungen, aber bei Anwendung der Penalty-Analyse-Methode wurde bei 40-60 % der Bewerter eine Abnahme der durchschnittlichen Sympathie für das Aussehen festgestellt, wenn die Farbe des hitzebehandelten Fleisches als stark ausgeprägt oder als zu schwach ausgeprägt bewertet wurde. Dies deutet darauf hin, dass eine Verringerung des Canthaxanthin-Zusatzes zu Masthähnchenfuttermischungen wie bei den Behandlungen P80 und P60 möglich ist, und die Ergebnisse zeigen, dass dies im Interesse einer besseren Farbakzeptanz gerechtfertigt werden kann.

Schlüsselwörter: Pigmente, Masthähnchen, Ernährung, Haut, Brustmuskel, sensorische Analyse

El efecto de reducir la cantidad de canthaxanthin en las mezclas de alimento sobre el color de la piel y la carne y las propiedades sensoriales de la carne de pollo broiler

Resumen

El objetivo de este estudio fue determinar los efectos de la reducción de la adición de canthaxanthin a las mezclas de alimento para pollos broiler en el color de la piel y la carne, así como en las propiedades sensoriales de la carne. El estudio se llevó a cabo en 200 pollos alimentados durante 40 días, divididos en 4 tratamientos y 5 repeticiones. Las mezclas de alimento experimental consistieron en las mismas recetas crudas y la cantidad de canthaxanthin era la cantidad máxima permitida de 25 mg/kg de mezcla de alimento (tratamiento P100) o estaba al nivel del 80% (tratamiento P80), 60% (tratamiento P60) o 40% (tratamiento P40) de la cantidad máxima permitida. Con la reducción de la adición de canthaxanthin, se observó un cambio consistente en el color de las superficies externas e internas de la piel y en el músculo pectoral fresco, descongelado y tratado térmicamente. Al mismo tiempo, el color de la piel o del músculo pectoral era más claro, menos rojo y amarillo, y menos saturado, aunque no se observó un efecto en la tonalidad del color. El estudio encontró diferencias estadísticamente significativas en el brillo L^* , la rojez a^* , la amarillez b^* y la saturación del color C^* entre el tratamiento con la mayor adición de canthaxanthin y el tratamiento P40. Además, solo se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento con la mayor adición de canthaxanthin y el tratamiento P60 en la amarillez b^* y la saturación del color C^* , mientras que una reducción en la cantidad de canthaxanthin en el tratamiento P80 no tuvo efecto en el color. Los análisis sensoriales no revelaron diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos, pero cuando se utilizó el método de análisis de penalización, se encontró una disminución en el grado promedio de gusto en la apariencia en el 40-60% de los evaluadores cuando el color de la carne tratada térmicamente se calificó como fuertemente expresado o como demasiado débilmente expresado. Esto sugiere que una reducción en la adición de canthaxanthin a las mezclas de alimento para pollos broiler, como en los tratamientos P80 y P60, es posible, y los resultados muestran que esto puede justificarse en interés de una mejor aceptabilidad del color.

Palabras claves: pigmentos, pollos broiler, nutrición, piel, músculo pectoral, análisis sensorial

L'effetto della riduzione della quantità di cantaxantina nelle miscele di mangimi sulla pigmentazione della pelle e della carne e sulle proprietà sensoriali della carne di pollo

Riassunto

L'obiettivo del lavoro consisteva nel determinare l'effetto della riduzione dell'additivo cantaxantina nelle miscele di mangimi per polli da carne (broiler) sul colore della pelle e della carne e sulle proprietà sensoriali della carne. La ricerca è stata condotta su 200 polli nutriti per 40 giorni e suddivisi in 4 trattamenti e 5 ripetizioni. Le miscele di mangimi utilizzate per l'esperimento sono state realizzate seguendo le stesse ricette, mentre la quantità di cantaxantina era la quantità massima consentita di 25 mg per kg di miscela di mangimi (trattamento P100), oppure era al livello dell'80% (trattamento P80), del 60% (trattamento P60) o del 40% (trattamento P40) della quantità massima consentita. In seguito alla riduzione dell'additivo cantaxantina, è stato rilevato un cambiamento consistente del colore delle superfici esterne ed interne della pelle nonché del muscolo pettorale fresco, scongelato e trattato termicamente. Allo stesso tempo, il colore della pelle o del muscolo pettorale era più chiaro, meno rosso e giallo e meno saturo, mentre non è stato rilevato alcun effetto sulla tonalità del colore. La ricerca ha evidenziato differenze statisticamente significative nella luminosità L^* , nel rossore a^* , nel giallo b^* e nella saturazione del colore C^* tra il trattamento con la massima aggiunta di cantaxantina e il trattamento P40. Sono state anche evidenziate differenze statisticamente significative tra il trattamento con la massima aggiunta di cantaxantina e il trattamento P60, ma soltanto per quanto riguarda il giallo b^* e la saturazione del colore C^* , mentre detta riduzione nel trattamento P80 non ha influenzato il colore. Le analisi sensoriali non hanno rivelato differenze statisticamente significative tra i trattamenti; applicando, tuttavia, il metodo di Penalty Analysis, è stata riscontrata una diminuzione significativa nella gradevolezza media dell'aspetto nel 40-60% dei valutatori quando il colore della carne trattata termicamente era contrassegnato come fortemente espresso o espresso troppo debolmente. Di conseguenza, si può concludere che è possibile ridurre l'aggiunta di cantaxantina alle miscele di mangimi per polli da carne, come nei trattamenti P80 e P60, e i risultati indicano che ciò può essere giustificato per una maggiore accettabilità del colore.

Parole chiave: pigmenti, polli da carne (broiler), alimentazione, pelle, muscolo pettorale, analisi sensoriale