

Funkcionalne osobine pilećeg mesa u zavisnosti od infekcije brojlera protozooom *Eimeria tenella*

Lilić Slobodan¹, Vranić Danijela¹, Matekalo-Sverak Vesna¹, Ilić Tamara², Ivanović Snežana³, Milićević Dragan¹, Dimitrijević Sanda²

S a d r ž a j: Cevalna kokcidioza je značajno parazitsko oboljenje koje izaziva velike štete, procenjene u milionima dolara godišnje. Cilj rada bio je da se ispituju funkcionalne osobine pilećeg mesa (sposobnost vezivanja vode – SVV i istisnuta voda – IV), dobijenog od brojlera inficiranih sa *Eimeria tenella* ($7,8 \times 10^4$ infektivnih oocista – prva ogledna grupa; $4,7 \times 10^5$ – druga ogledna grupa; $9,4 \times 10^5$ infektivnih oocista – treća ogledna grupa), koji su zatim izleženi, kao i od brojlera koji nisu bili inficirani. Sadržaj vode i pH vrednost određeni su standardnim metodama (ISO), a funkcionalne osobine centrifugovanjem. Rezultati ispitivanja obrađeni su analizom varijanse i Tukey testom. Infekcija protozooom *E. tenella* ispoljila je negativan uticaj na sadržaj vode u mesu grudi i bataka sa karabtkom, odnosno uslovlila je povećanje sadržaja vode. Vrednosti pH mesa, takođe, bile su pod uticajem infekcije, tako da je u mesu brojlera ogledne grupe pH mesa grudi bio najmanji. Sposobnost vezivanja vode bila je najveća u mesu brojlera kontrolne grupe, dok je procenat istisnute vode bio najmanji. Može da se zaključi da je infekcija negativno uticala na ove funkcionalne osobine mesa, naročito u slučaju kada oboljenje nije lečeno, odnosno kada se pojavilo u supkliničkoj formi.

ključne reči: *Eimeria tenella*, kokcidioza, pileće meso, funkcionalne osobine.

Uvod

Cevalna kokcidioza je parazitsko oboljenje uzrokovano protozooom *Eimeria tenella*. To je kokcidioza koja se najčešće javlja, naročito u intenzivnom brojlerskom tovu pilića i može da izazove velike ekonomske štete, zbog loših proizvodnih rezultata, povećanog utroška i niske konverzije hrane, te smanjenog prirasta, tako da tov brojlera često mora da se produži (Vermeulen i dr., 2001).

Štete od ovog oboljenja očigledne su i kod podmlatka za reprodukciju i komercijalna jata nosilja, pri čemu su koke slabije razvijene, a ukupna nosivost je smanjena. Pronošenje kasni, a shodno tome smanjen je i ukupan broj jaja u periodu iskoriscavanja. Štete zbog kokcidioze, kod svih uzgojnih kategorija, veoma su velike i procenjuju se u milionima dolara godišnje, na svetskom nivou (Williams, 2002).

Podaci iz literature o uticaju kokcidioze na meso, veoma su oskudni. U dostupnoj literaturi, samo jedna grupa autora (Koinarski i dr., 1998) istraživala je uticaj ove bolesti na meso i jetru brojlera. Brojleri u ovom eksperimentu inficirani su 21. dana života

sa 8×10^4 oocista *Eimeria tenella*. Deset dana posle nastanka infekcije, u mesu brojlera nisu bile utvrđene značajne razlike u pogledu sadržaja vode i proteina, ali je utvrđen značajno veći sadržaj proteina u jetri neinficiranih pilića. Takođe, utvrđene su značajne razlike u sadržaju minerala u mesu i jetri. Sadržaj gvožđa u mesu bio je smanjen, a mangana i fosfora povećan. U jetri inficiranih pilića, sadržaj gvožđa i bakra bio je značajno manji.

Usled povećane potrošnje pilećeg mesa, javlja se potreba intenziviranja proizvodnje brojlera. U takvoj proizvodnji, mogućnosti za pojavu kokcidioze postaju sve veće, iako se pilići uobičajeno hrane potpunim smešama sa dodatkom antikokcidijala. Suprotno tome, trend proizvodnje organske hrane nameće potrebu da se brojleri hrane smešama bez dodatka leka, pri čemu je rizik od izbijanja bolesti još veći. I pored postojanja ovog trenda, kontrolne strategije u suzbijanju kokcidioze i dalje obuhvataju profilaktičku medikaciju kroz hranu i vakcinaciju (Vermeulen i dr., 2001), i naravno, dobru proizvođačku praksu i redovne postupke sanitacije.

Veliki problem predstavlja i brz razvoj rezistencije na lekove, udružen sa teškoćama njihove pri-

¹Institut za higijenu i tehnologiju mesa, Kačanskog 13, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

²Univerzitet u Beogradu, Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, 11 000 Beograd, Republika Srbija;

³Naučni institut za veterinarstvo, Vojvode Toze 14, 11 000 Beograd, Republika Srbija.

mene i visokom cenom razvijanja novih generacija antikokcidijala koji bi se koristili u profilaktičke i terapijske svrhe. Pomenute okolnosti prisiljavaju da se pronadu nove mogućnosti suzbijanja kokcidioze kao što su imunološke, biotehničke i genetske metode kao nove alternative dosadašnjim načinima borbe (Grag i dr., 1999), a od svih uzročnika kokcidioze, *Eimeria tenella*, kao veoma rasprostranjena i visoko patogena, pokazala se kao „gold standard“ za projekat sekvencioniranja genoma i kao najpogodnija za eradikaciju (Augustine i dr., 2001).

U skladu sa navedenim, cilj ovog rada bio je da se ispituju neke funkcionalne osobine pilećeg mesa, kao što su sposobnost vezivanja vode i procenat istisnute vode, dobijenog od brojlera koji su, u jednom periodu uzgoja, bili inficirani sa *E. tenella*, zatim i izleženi, odnosno od brojlera koji su oboleli od supkliničke forme oboljenja.

Materijal i metode

Radi ispitivanja uticaja infekcije brojlera protozooom *Eimeria tenella* na funkcionalne osobine pilećeg mesa, organizovan je ogled po grupno-kon-

trolnom sistemu u trajanju od 42 dana. Za ogled je korišćeno 106 pilića Hybro G+ provenijencije. Ispitivanja su obavljena na brojlerima oba pola, koji potiču od istog roditeljskog jata. Smeštaj, nega, ishrana, napajanje brojlera i primena profilaktičkih mera, prilagođeni su podnom načinu uzgajanja. Zoo-higijenski i mikroklimatki uslovi odgovarali su tehnološkim normativima za provenijenciju Hybro G+ (*Technical information on Hybro G+ broilers*).

U toku ogleda, sve grupe brojlera hranjene su smešama koje su odgovarale njihovom dobu. Potpuna smeša za početni tov pilića, predstarter, korišćena je do sedmog dana života, starter od 7. do 14. dana, grower od 14. do 35. dana, a smeša za završni tov (finisher) od 35. do 42. dana ogleda. Sastav smeša za ishranu prikazan je u tabeli 1. Hemijski sastav smeša korišćenih za ishranu brojlera prikazan je u tabeli 2. Smeše za ishranu brojlera su, po hemijskom sastavu, zadovoljavale potrebe brojlera u hranljivim materijama i bile su u skladu sa potrebama brojlera navedenim u tehnološkim normativima za provenijenciju Hybro G+ (*Technical information on Hybro G+ broilers*).

Shodno postavljenom cilju i planu ogleda, u smeše za ishranu brojlera dodat je antikokcidijal sa-

Tabela 1. Sastav smeša za ishranu brojlera (%)

Table 1. Feed mixtures composition (%)

	Predstarter Pre-starter 1–7. dan/ 1–7 days	Starter Starter 7–14. dan/ 7–14 days	Grower Grower 14–35. dan/ 14–35 days	Finisher Finisher 35–42. dan/ 35–42 days
Kukuruz/Corn	54,45	50,79	53,84	54,20
Stočno brašno, pšenično/ Wheat meal	2,00	2,50	1,00	4,00
Sojina sačma/Soybean meal	25,00	25,00	23,50	23,00
Suncokretova sačma/ Sunflower meal	5,00	5,00	6,00	5,00
Kvasac/Yeast	3,00	3,00	3,00	3,00
Riblje brašno/Fish meal	5,00	4,00	3,00	–
Brašno dehidrovane lucerke/ Dehydrated alfalfa meal	–	2,00	2,00	2,00
Sojino ulje/Soybean oil	3,00	5,00	4,50	5,50
Dikalcijum fosfat/ Dicalcium phosphate	1,00	1,20	1,30	1,10
Stočna kreda/Limestone	–	–	0,20	0,40
Stočna so/Salt	0,20	0,20	0,30	0,30
Lizin/Lysine	0,10	0,06	0,11	0,25
Metionin/Methionine	0,25	0,25	0,25	0,25
VMD/Premix	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 2. Hemijski sastav smeša za ishranu brojlera (%)
Table 2. Chemical composition of feed mixtures (%)

	Predstarter/ Pre-starter 1–7. dan 1–7 days	Starter/ Starter 7–14. dan 7–14 days	Grower/ Grower 14–35. dan 14–35 days	Finisher/ Finisher 35–42. dan 35–42 days
Vlaga/Moisture	11,03	10,72	10,79	20,85
Sirovi pepeo/Crude Ash	5,61	5,79	5,96	5,44
Sirovi proteini/Crude protein	22,73	22,23	21,34	19,48
Sirova mast/Crude fat	5,93	7,76	7,28	8,16
Sirova celuloza/Crude fibre	3,94	4,37	4,51	4,37
BEM/N-free extracts	50,76	49,12	50,12	51,69
Ca	0,95	0,97	0,99	0,81
P	0,86	0,85	0,85	0,71
ME, MJ/kg	12,92	13,23	13,12	13,43
Lizin/Lysine	1,36	1,30	1,26	1,20
Metionin + cistin/Methionine + cystine	0,97	0,95	0,92	0,84
Triptofan/Tryptophan	0,31	0,31	0,29	0,27

linomicin u količini od 66 mg/kg hrane i to: za brojlere kontrolne i treće ogledne grupe u predstarter, starter i grower, a za brojlere prve i druge ogledne grupe u predstarter i starter. U smeše za završni tov pilića, poslednjih sedam dana, nije dodat lek, da bi se ispoštovala karenca koja za pileće meso iznosi 5 dana.

Prilikom postavljanja ogleda, obavljen je pojedinačni klinički pregled. Sve odabrane jedinke bile su zdrave, vitalne i u dobroj kondiciji. Pre početka ogleda nije obavljena vakcinacija pilića, a zdravstveno stanje je praćeno svakodnevno.

Ogled je izveden na 106 pilića, prosečne telesne mase $43,39 \pm 2,24$ grama, podeljenih u četiri grupe: kontrolna grupa (K), prva ogledna grupa (O–I),

druga ogledna grupa (O–II) i treća ogledna grupa (O–III), pri čemu je kontrolna grupa pilića bila odvojena od oglednih. Treće nedelje gajenja (21. dana), brojleri oglednih grupa inficirani su različitim brojem infektivnih oocista kokcidije *E. tenella*.

Organizacija ogleda prikazana je u tabeli 3.

Za inokulaciju su korišćene oociste terenskog soja *E. tenella* izolovane iz cekuma obolele živine sa izraženim kliničkim simptomima. Radi izolacije oocista, cekumi su najpre otvoreni, zatim je njihov sadržaj sastrugan predmetnim staklom, a tako dobio materijal je dalje sedimentiran. Preostali cekumi su stavljeni u opodeldok bocu sa staklenim perlama, dodata im je destilovana voda i sve zajedno je mešano 15 minuta, kako bi se preostale oociste

Tabela 3. Organizacija ogleda
Table 3. Experiment design

	Kontrolna grupa/ Control group	Prva ogledna grupa/ The first experimental group	Druga ogledna grupa/ The second experimental group	Treća ogledna grupa/ The third experimental group
Antikokcidijal u hrani do 14. dana tova/ Anticoccidial in feed up to the 14th day	+	+	+	+
Antikokcidijal u hrani do 35. dana tova/ Anticoccidial in feed up to the 35th day	+	–	–	+
Infekcija/Infection	–	+	+	+
Lečenje/Treatment	–	–	+	+

odvojile sa zidova cekuma. Zatim je ovaj sadržaj prebačen u sedimentacionu čašu i ostavljen da se staloži u toku dva časa. Posle isteka ovog vremena, supernatant je odliven i ponovo je dosuta destilovana voda. Ovaj postupak je ponovljen četiri puta, posle čega je supernatant izvučen vakuum pumpom uz ostavljanje male količine sedimenta sa oocistama. Mikroskopiranjem je proverena čistoća oocista iz sedimenta. Posle toga materijal je stavljen u termostat na temperaturu od 37°C u trajanju od 24 do 48 časova, uz povremeno provetravanje, za koje vreme je sporulisala većina oocista. Posle 36 časova oko 70% oocista je bilo infektivno. Sve do momenta izvođenja veštačke infekcije, radi konzervisanja materijala, kulturi je dodat dvopostotni kalijum bihromat. Pre infekcije obavljeno je obavezno ispiranje oocista od kalijum bihromata, tako što je materijalu dodata destilovana voda i suspenzija centrifugovana 5 minuta na 800 × g. U tako dobijenom materijalu metodom po McMasteru (Hofstad, 1984) utvrđen je broj oocista u 1 mL sadržaja.

Za dobijanje potrebnog broja oocista za izvođenje eksperimenta, obavljena je pasaža materijala, inokulacijom kulture *E. tenella* dobijene na prethodno opisan način. Pasaža je izvedena kroz 20 brojlera, provinijencije Hybro G+, starosti 14 dana. U ovom delu eksperimenta, za ishranu brojlera korišćena je potpuna smeša bez dodataka antikocidijala. Sedmog dana od inokulacije, svih 20 brojlera je žrtvovano. Posle obdukcije sadržaj cekuma je iskorišćen za dobijanje oocista na prethodno opisan način.

Infektivni materijal sadržao je $7,8 \times 10^4$ infektivnih oocista u 1 mL.

Infekcija brojlera obavljena je 21. dana života, plastičnom sondom, direktno u voljku. Brojleri su inficirani pripremljenim materijalom u količini od:

- 1 mL – $7,8 \times 10^4$ infektivnih oocista – prva ogledna grupa
- 6 mL – $4,7 \times 10^5$ infektivnih oocista – druga ogledna grupa
- 12 mL – $9,4 \times 10^5$ infektivnih oocista – treća ogledna grupa

Kontrolna grupa pilića nije bila inficirana.

Oboleli brojleri lečeni su preparatom ESB 30% (sulphaclozine sodium) počev od šestog dana infekcije, jednokratno, u trajanju od tri dana. Lek je aplikovan u vodi za napajanje u količini od 1 g/L, prema uputstvu proizvođača (Novartis, Bazel, Švajcarska).

Sadržaj vode (%) određivan je sušenjem pripremljenog uzorka pri temperaturi 105°C, do konstantne mase (SRPS ISO 1442/1998).

Vrednost pH, radi određivanja kvaliteta mesa, određivana je 6 časova *post mortem*, aparatom pH-Meter 3310 Jenway, po metodi SRPS ISO 2917/2004, primenom kombinovane staklene elektrode koja je direktno ubadana u meso. Aparat je, pre upotrebe, baždaren pomoću standardnih rastvora pufera vrednosti pH 7,00 i 4,00.

Sposobnost vezivanja vode (SVV) određivana je prema postupku koji su opisali Wardlaw i dr. (1973). Zamrznuto meso odmrznuto je pri temperaturi frižidera, zatim otkoštено i usitnjavano u mikseru u trajanju od jednog minuta. Po pet grama usitnjenog mesa je odmereno i stavljeno u kivete zapremine 35 mL u koje je dodato po 8 mL 0,6 M rastvora natrijum-hlorida. Rastvor sa mesom je mešan u vortexu 30 sekundi, zatim inkubiran 30 minuta pri temperaturi frižidera i centrifugovan pri 7000 × g u trajanju od 15 minuta. Posle centrifugovanja, izmerena je zapremina supernatanta u 10 mL volumetrijskoj menzuri. Rezultati su prikazani kao odnos tečnosti koju uzorak zadržava, po sledećoj formuli: $SVV = ((\text{inicijalna zapremina} - \text{zapremina supernatanta}) / \text{inicijalna zapremina}) \times 100$.

Istisnuta voda (IV) je određivana po postupku Earla i dr. (1996) u mesu koje je usitnjeno u prethodnom postupku. Tri komada filter papira Whatman # 3 (5,5 cm) i jedan komad Whatman # 50 (7,0 cm) stavljeni su jedan na drugi, zatim je na # 50 stavljen 1,5 g usitnjenog mesa, uvijenog u til i sve zajedno je stavljeno u polikarbonatnu kivetu i centrifugirano pri 30900 × g u trajanju od 15 minuta pri temperaturi od 4°C. Posle centrifugovanja, meso sa tilom je odstranjeno. Filter papir je izmeren, a istisnuta voda prikazana je kao maseni udeo izgubljen od originalnog uzorka, po sledećoj formuli: $IV = (\text{masa filter papira posle centrifugovanja} - \text{masa filter papira pre centrifugovanja}) / \text{masa uzorka} \times 100$.

Rezultati istraživanja grupisani su u odgovarajuće statističke serije i obrađeni uz primenu nekoliko matematičko-statističkih metoda korišćenjem programa Microsoft Excel 2002, kako bi bilo omogućeno objektivnije i egzaktnije izvođenje zaključaka. U radu su navedene sledeće statističke metode: izračunavanje aritmetičke sredine, izračunavanje mera varijacije (standardna devijacija, standardna greška, koeficijent varijacije i interval varijacije) i analiza varijanse uz primenu odgovarajućeg testa (Tukey test).

Mere varijacije omogućavale su da se prati varijabilnost unutar svakog obeležja, apsolutno i relativno, a preko koeficijenta varijacije i poređenja varijacija i između obeležja. Metodom analize varijanse i izračunavanjem F vrednosti, odnosno njenim poređenjem sa tabličnim F vrednostima za određeni stepen slobode, obavljeno je poređenje

svih tretmana. Tukey testom izračunata je t vrednost koja je upoređivana sa tabličnim t vrednostima. Time je omogućeno poređenje prosečnih vrednosti ispitivanih obeležja, pri čemu je postavljena hipoteza o jednakosti aritmetičkih sredina. Svi testovi su korišćeni na nivou rizika od 5 i 1%, tako da su i zaključci dati za verovatnoću od 95 i 99%.

Rezultati i diskusija

Sadržaj vode prikazan je u tabeli 4.

Tabela 4. Sadržaj vode u mesu (%)
Table 4. Moisture content in meat (%)

Grupa/ Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	10	74,11 ^x	8,72	0,55	0,75	73,52–75,49
O–I	10	75,09 ^{a,y}	8,61	0,66	0,88	73,90–76,02
O–II	10	75,59 ^{b,y,q}	7,99	0,33	0,44	75,12–76,23
O–III	10	74,80 ^{y,z}	12,50	0,48	0,64	74,01–75,57
Batak sa karabatkom/Drumstick with thigh						
K	10	73,45 ^a	8,64	0,69	0,94	72,23–74,37
O–I	10	74,28 ^b	8,52	0,50	0,68	73,70–75,48
O–II	10	74,22 ^b	7,84	0,85	1,14	72,68–75,51
O–III	10	74,17 ^b	12,39	1,12	1,50	71,80–76,45

(a,b; c,d) $p < 0,05$

(x,y; q,z) $p < 0,01$

Najveći sadržaj vode od 75,59% utvrđen je u mesu grudi brojlera O–II i značajno se razlikovao ($p < 0,01$) od sadržaja vode u mesu grudi brojlera K i O–III grupe (74,11 i 74,80%), odnosno O–I grupe ($p < 0,05$).

Dobijene vrednosti sadržaja vode u mesu grudi brojlera iz kontrolne grupe (prosečno 74,11%), u saglasnosti su sa rezultatima *Van Heerdena i dr.* (2002), koji su ustanovili 74,01% vode, *Wattanachanta i dr.* (2004), koji su dokazali 74,87% vode, *Živkov-Baloš* (2004), koja navodi 74,02% i *Ristića i dr.* (2005) koji je utvrdio 74,8% vode u mesu grudi.

Manji sadržaj vode u mesu grudi od 73,42% dokazali su *Loneragan i dr.* (2003), zatim *Dorđević* (2005) koji je ustanovio 73,81 i *Ivanović* (2003) koja je utvrdila 71,73–72,98% vode u mesu grudi brojlera Arbor Acres provenijencije. Nešto veću vrednost sadržaja vode od 75,54% navode *Castellini i dr.* (2002) u mesu grudi brojlera Ross provenijencije, kao i *Abeni i Bergoglio* (2001) koji su ustanovili 74,81–75,50% vode.

Utvrđene statistički značajne razlike ($p < 0,01$) između sadržaja vode u mesu grudi brojlera oglednih grupa, u odnosu na kontrolnu grupu, jasno ukazuju da je infekcija protozom *E. tenella* negativno uticala na ovaj parametar hemijskog sastava mesa.

Sadržaj vode u mesu bataka i karabataka brojlera oglednih grupa (74,28, 74,22 i 74,17%) bio je ujednačen ($p > 0,05$) i značajno veći ($p < 0,01$) od sadržaja vode u mesu bataka i karabataka brojlera K grupe (73,45%).

Rezultati sadržaja vode u mesu bataka i karabataka (prosečno 73,45%), nešto su veći u odnosu na ispitivanja *Van Heerdena i dr.* (2002) koji su utvrdili 72,47% vode, *Ivanović* (2003) koja navodi 66,22 do 71,98% vode, *Sushy i dr.* (2002) koji su ustanovili 71,4 do 71,5% sadržaja vode u crvenom mesu brojlera i *Dorđević* (2005) koji navodi 72,35% vode.

Wattanachant i dr. (2004) navode nešto veće vrednosti sadržaja vode, 77,22%, zatim *Ristić i dr.* (2005) koji navode 74,5% i *Castellini i dr.* (2002) koji su ustanovili 76,02% vode u crvenom mesu Ross brojlera.

Kokcidioza izazvana sa *E. tenella* ispoljila je negativan uticaj na sadržaj vode u crvenom mesu, odnosno mesu bataka i karabataka brojlera koji su bili inficirani, s tim što su razlike bile manje značajne ($p < 0,05$) u odnosu na razlike utvrđene u sadržaju vode mesa grudi brojlera inficiranih sa *E. tenella*.

Vrednosti pH mesa prikazane su u tabeli 5.

Vrednosti pH mesa grudi, izmerenih šest časova *post mortem*, bile su numerički ujednačene kod

Tabela 5. pH mesa 6 časova *post mortem*
Table 5. pH value of meat 6 hours *post mortem*

Grupa/ Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	19	5,96 ^x	0,02	0,08	1,29	5,82–6,09
O–I	20	5,91 ^y	0,01	0,06	0,93	5,85–6,02
O–II	21	5,94	0,36	0,06	1,08	5,82–6,05
O–III	19	5,94	1,34	0,05	0,87	5,87–6,08
Batak/Drumstick						
K	19	6,33 ^a	0,01	0,06	0,92	6,20–6,42
O–I	20	6,30 ^b	0,01	0,03	0,50	6,26–6,40
O–II	21	6,32	0,38	0,04	0,63	6,25–6,42
O–III	19	6,32	1,42	0,05	0,78	6,25–6,41
Karabatak/Thigh						
K	19	6,25 ^a	0,01	0,05	0,80	6,18–6,39
O–I	20	6,23 ^b	0,01	0,04	0,58	6,16–6,33
O–II	21	6,24	0,37	0,03	0,54	6,19–6,31
O–III	19	6,25 ^a	1,41	0,04	0,65	6,20–6,35

(a,b; c,d) $p < 0,05$ (x,y; q,z) $p < 0,01$

svih ispitivanih grupa. Razlike su bile ustanovljene između kontrolne (5,96) i prve ogledne grupe (5,91) na nivou značajnosti od $p < 0,01$.

Meso bataka brojlera kontrolne grupe imalo je najvišu pH vrednost od 6,33 koja se značajno razlikovala od pH mesa bataka O–I grupe koji je iznosio 6,30 ($p < 0,05$), dok su vrednosti kod O–II i O–III grupe (6,32 i 6,32) bile slične onoj utvrđenoj u mesu bataka brojlera K grupe.

Najveći izmeren pH mesa karabataka bio je kod brojlera K i O–III grupe (6,25), nešto manji u mesu brojlera O–II grupe (6,24) i najmanji kod mesa brojlera O–I grupe od 6,23 koji se statistički značajno razlikovao u odnosu na K i O–III grupu ($p < 0,05$).

Vrednost pH je važan činilac kvaliteta pilećeg mesa, naročito u tehnološkom smislu. Na pH vrednost mesa utiču način držanja, dužina gladovanja pre klanja, transportovanje, stres, način klanja, način i dužina skladištenja mesa i vreme merenja posle klanja. Izmerena 15 do 30 minuta posle klanja, pH vrednost može da bude pouzdan indikator kvaliteta mesa. Ako je pH vrednost manja od 5,7 to označava da se radi o PSE (pale, soft, exudative) mesu, a vrednost veća od 6,5 ukazuje na DFD meso (dark, firm, dry). Karakterističan pH za uobičajeni kvalitet mesa grudi je 5,8 do 6,5 (Taylor i Jones, 2004).

Dobijene vrednosti pH u mesu grudi brojlera kontrolne grupe, u saglasnosti su sa rezultatima Gardzielewske i dr. (2005) koji navode da pH mesa gru-

di šest časova *post mortem* iznosi 5,84 do 6,04 i sa nalazom Liu i dr. (2004), koji su utvrdili pH mesa grudi od 5,98. Wattanachant i dr. (2004) utvrdili su znatno nižu vrednost od 5,39.

Prosečne vrednosti pH od 6,33, izmerene u mesu bataka, odnosno 6,25 u mesu karabataka, slične su nalazima Silve i dr. (2002) koji su utvrdili vrednost od 6,30 i Dorđevića (2005), koji navodi 6,27 do 6,30, dok Wattanachant i dr. (2004) navode nešto veću vrednost, 6,62.

U tabelama 6 i 7, prikazane su funkcionalne osobine pilećeg mesa kao što su sposobnost vezivanja vode (water holding capacity) i procenat istisnute vode (expressible water).

Sposobnost vezivanja vode mesa grudi bila je najbolja kod brojlera kontrolne grupe, odnosno kod grupe koja nije bila inficirana i značajno se razlikovala od SVV mesa grupe O–I ($p < 0,01$) i grupe O–III ($p < 0,05$). Kod mesa bataka sa karabatom, sposobnost vezivanja vode bila je značajno manja u grupi O–I u odnosu na kontrolnu, drugu i treću oglednu grupu ($p < 0,01$). Rezultati ukazuju da je cekalna kokcidioza negativno uticala na ovu funkcionalnu, odnosno tehnološku osobinu mesa. Važno je napomenuti da su brojleri ove grupe imali supkliničku formu oboljenja i da nisu bili lečeni, što znači da je dužina infekcije imala presudnu ulogu.

Procenat istisnute vode bio je najmanji u mesu grudi brojlera kontrolne grupe, odnosno značajno

Tabela 6. Sposobnost vezivanja vode (%)
Table 6. Water binding capacity (%)

Grupa/Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	10	14,78 ^x	1,77	2,02	13,65	11,58–18,38
O-I	10	12,21 ^{a,y}	1,43	1,89	15,48	9,82–16,23
O-II	10	13,67	1,46	1,70	12,43	10,63–16,58
O-III	10	14,33 ^b	2,42	2,10	14,65	12,25–18,13
Batak i karabatak/Drumstick with thigh						
K	10	20,37 ^x	2,46	3,29	16,17	17,22–28,52
O-I	10	16,14 ^{y,q}	1,88	1,98	12,29	12,85–19,24
O-II	10	20,41 ^z	2,17	1,86	9,13	18,52–24,63
O-III	10	20,20 ^z	3,39	1,69	8,36	17,49–23,36

(a,b; c,d) $p < 0,05$ (x,y; q,z) $p < 0,01$

Tabela 7. Istisnuta voda (%)
Table 7. Expressible water (%)

Grupa/Group	n	\bar{X}	Sx	Sd	Cv	Iv
Grudi/Breast						
K	10	38,04 ^x	4,52	3,70	9,72	33,21–45,25
O-I	10	42,09 ^{a,y}	4,85	2,59	6,16	38,47–47,25
O-II	10	38,91 ^b	4,13	3,07	7,90	33,85–44,78
O-III	10	39,82	6,68	3,51	8,81	35,47–46,68
Batak sa karabatakom/Drumstick with thigh						
K	10	42,92	5,08	2,88	6,71	37,46–46,28
O-I	10	43,73	5,03	2,45	5,60	38,89–47,18
O-II	10	42,99	4,56	3,09	7,19	36,69–47,25
O-III	10	43,69	7,33	3,93	9,00	35,77–47,85

(a,b; c,d) $p < 0,05$ (x,y; q,z) $p < 0,01$

manji u odnosu na prvu oglednu grupu ($p < 0,01$). Takođe, vrednosti su bile male i kod druge ogledne grupe, a značajno manje u odnosu na prvu oglednu grupu ($p < 0,05$). U mesu bataka i karabataka nisu bile utvrdene statistički značajne razlike između prosečnih vrednosti za ovaj parametar ($p > 0,05$).

Sposobnost vezivanja vode je jedna od najznačajnijih funkcionalnih osobina mesa. *Jauregui i dr.* (1981) koriste više termina koji bliže određuju sposobnost vezivanja vode, a to su: potencijal vezivanja vode, istisnuta voda i slobodno ceđenje. Potencijal vezivanja vode (water binding potential) definiše se kao sposobnost proteina mesa da zadrže vodu pod uticajem spoljašnje sile. Istisnuta voda (expressible moisture) odnosi se na količinu vode koja može da bude istisnuta iz mesa delovanjem sile. Slobodno ceđenje (free drip) odnosi se na količinu vode koju

meso gubi bez uticaja spoljašnje sile, odnosno samo pod uticajem kapilarnih sila, odnosno gravitacije.

Oko 88 do 95% vode u mesu je intracelularna voda koja se nalazi u prostoru između aktinskih i miozinskih filamenata. Samo 5 do 12% vode u mišiću je locirano između miofibrila. Faktori kao što su pH, dužina sarkomera, jonska jačina, osmotski pritisak i razvoj rigor mortisa utiču na sposobnost vezivanja vode (*Northcutt i dr.*, 1994).

Pod uticajem sposobnosti vezivanja vode su i senzorske osobine kao što su nežnost, sočnost i tvrdoća, koje utiču na kvalitet mesa, odnosno proizvoda od mesa. Na SVV mesa utiču mnogi faktori kao što su stvaranje mlečne kiseline, usled glukolize i, shodno tome, pad vrednosti pH, što ima kao posledicu denaturaciju proteina, gubitak rastvorljivosti proteina i redukciju reaktivnih grupa

dostupnih za vezivanje vode u proteinima mesa (Wismer-Perdersen, 1986). Smanjenje reaktivnih grupa dešava se usled pada pH vrednosti, koja se bliži izoelektričnoj tački proteina mesa, kada se broj pozitivnih i negativnih naelektrisanja na reaktivnim grupama izjednačava. Jednaka distribucija različitih naelektrisanja u reaktivnim grupama proteina privlače jedni druge, smanjujući broj grupa dostupnih za reakciju sa polarnim molekulima vode slabeći sposobnost proteina da vežu vodu.

Još jedan važan faktor koji utiče na SVV je nedostatak prostora između miofibrilarnih proteina što ima kao posledicu akumulaciju aktomiozinskog kompleksa, pošto su izvori energije u mišiću utroše-

ni. Kako napreduje *rigor mortis*, dvovalentni katjoni kao što su magnezijum i kalcijum u sarkoplazmi, vezuju se za reaktivne grupe na najbližim proteinskim lancima, smanjujući elektrostatičku odbojnost između negativno naelektrisanih grupa koje ih održavaju odvojenim. Ova reakcija povlači susedne proteinske lance bliže, smanjujući prostor koji je potreban da bi voda bila zadržana u mesu, i time povećavajući količinu vode koja se izbacuje u ekstracelularni prostor.

U tabelama 8 do 11, prikazana je statistička procena razlike ispitivanih parametara između i unutar grupa.

Tabela 8. Procena razlike sadržaja vode u mesu
Table 8. Difference estimation of water content

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/Breast					
Između grupa/ Between groups	3	11,55	3,85	12,79	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/ Within groups	36	10,83	0,30		4,43 _(0,01)
Ukupno/ Total	39	22,38			
Batak i karabatak/Drumstick with thigh					
Između grupa/ Between groups	3	4,56	1,52	2,03	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/ Within groups	36	26,92	0,75		4,43 _(0,01)
Ukupno/ Total	39	31,48			

Tabela 9. Procena razlike vrednosti pH
Table 9. Difference estimation of pH value

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/ Breast					
Između grupa/ Between groups	3	0,02	0,01	2,01	2,70 _(0,05)
Unutar grupa/ Within groups	75	0,31	0,00		3,99 _(0,01)
Ukupno/Total	78	0,33			
Batak/ Drumstick					
Između grupa/Between groups	3	0,01	0,00	1,63	2,70 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	75	0,16	0,00		3,99 _(0,01)
Ukupno/ Total	78	0,17			
Karabatak/Thigh					
Između grupa/Between groups	3	0,01	0,00	1,96	2,70 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	75	0,13	0,00		3,99 _(0,01)
Ukupno/Total	78	0,14			

Tabela 10. Procena razlike sposobnosti vezivanja vode
Table 10. Difference estimation of water holding capacity

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/Breast					
Između grupa/Between groups	3	37,77	12,59	3,03	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	149,37	4,15		4,43 _(0,01)
Ukupno/ Total	39	187,14			
Batak i karabatak/Drumstick with thigh					
Između grupa/Between groups	3	131,78	43,93	7,49	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	211,06	5,86		4,43 _(0,01)
Ukupno/Total	39	342,85			

Tabela 11. Procena razlike procenta istisnute vode
Table 11. Difference estimation of expressible water percentage

Izvori varijacije/ Sources of variation	Stepeni slobode/ Degrees of freedom	Suma kvadrata/ Sum of squares	Sredina kvadrata/ Median of squares	F	F tabelle/ F-tables
Grudi/Breast					
Između grupa/Between groups	3	90,93	30,31	2,59	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	421,41	11,71		4,43 _(0,01)
Ukupno/Total	39	512,34			
Batak sa karabatom/ Drumstick with thigh					
Između grupa/Between groups	3	5,67	1,89	0,17	2,89 _(0,05)
Unutar grupa/Within groups	36	392,99	10,92		4,43 _(0,01)
Ukupno/Total	39	398,66			

Zaključak

Infekcija protozom *E. tenella* ispoljila je negativan uticaj na sadržaj vode u mesu grudi i bataka sa karabatom, odnosno uslovlila je povećanje sadržaja vode.

Vrednosti pH mesa, takođe, bile su pod uticajem infekcije, tako da je u mesu grudi brojlera prve ogleadne grupe pH vrednost mesa bila najmanja.

Sposobnost vezivanja vode bila je najveća u mesu brojlera kontrolne grupe, dok je procenat istisnute vode bio najmanji.

Može da se zaključi da je infekcija negativno uticala na ove funkcionalne osobine mesa, naročito u slučaju kada oboljenje nije lečeno, odnosno kada se pojavilo u supkliničkoj formi.

Literatura

- Abeni F., Bergoglio G., 2001. Characterization of different strains of broiler chicken by carcass measurements, chemical and physical parameters and NIRS on breast muscle. *Meat Science*, 57, 2, 133–137.
- Augustine C. P., Bartha R. J., Innes L., Müller N., 2001. Chasing coccidia – new tools enter the race. *Trends in Parasitology*, 17, 11, 509–511.
- Castellini C., Mugnai C., Dal B. A., 2002. Effect of organic production system on broiler carcass and meat quality. *Meat Science*, 60, 219–225.
- Đorđević M., 2005. Uticaj supstitucije ribljeg brašna dehidrovanim brašnom larvi domaće muve (*Musca domestica* L.) na proizvodne rezultate i kvalitet mesa brojlera. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

- Earl L. A., King A. J., Fitzpatrick D. P., Cooper J. E., 1996. A modification of a method to determine expressible moisture in ground, dark poultry meat. *Poultry Science*, 75, 1433–1436.
- Gardzielewska J., Jakubowska M., Tarasewicz Z., Szczerbińska D., Ligocki, M., 2005. Meat quality of broiler quail fed on feeds with different protein content. *Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Animal Husbandry*, 8, 1.
- Grag R., Banerjee D. P., Gupta S. K., 1999. Immune responses in chickens against *Eimeria tenella* sporozoite antigen. *Veterinary Parasitology*, 81, 1–10.
- Hofstad M. S., 1984. *Diseases Of Poultry*, Iowa State University Press. Ames.
- Ivanović S., 2003. Ispitivanje uticaja probiotika na odabrane pokazatelje kvaliteta i higijenske ispravnosti pilećeg mesa, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.
- Jauregui C. A., Regenstein J. M., Baker R. C., 1981. A simple centrifugal method for measuring expressible moisture, a water binding property of muscle foods. *Journal of Food Science*, 46, 1271–1273.
- Koinarski V., Georgieva D., Pavlov A., 1998. Effect of coccidiosis upon the chemical composition of broiler meat and liver. Poster session, *Parasitology International* 47.
- Liu Y., Lyon B. G., Windham W. R., Lyon C. E., Savage E. M., 2004. Principal Component Analysis of Physical, Color and Sensory Characteristics of Chicken Breasts Deboned at Two, Four, Six and Twenty-Four Hours Post-mortem. *Poultry Science*, 83, 1, 101–108.
- Lonergan S. M., Deeb N., Fedler C. A., Lamont S. J., 2003. Breast Meat Quality and Composition in Unique Chicken Populations. *Poultry Science*, 82, 12, 1990–1994.
- Northcutt J. K., Foegeding E. A., Edens F. W., 1994. Water-holding properties of thermally preconditioned chicken breast and leg meat. *Poultry Science*, 73, 308–316.
- Ristić M., Damme K., Freudenreich P., 2005. Einfluss phytogener Futterzusatzstoffe auf die Qualität von Geflügel-fleisch. *Tehnologija mesa*, 1–2, 46, 51–55.
- Silva M. G. C., Glória M. B. A., 2002. Bioactive amines in chicken breast and thigh after slaughter and during storage at 4+1°C and in chicken-based meat products. *Food Chemistry*, 78, 2, 241–248.
- SRPS ISO 1442/1998. Meso i proizvodi od mesa – određivanje sadržaja vlage (referentna metoda).
- SRPS ISO 2197/2004. Meso i proizvodi od mesa – merenje pH (referentna metoda).
- Suchy P., Jelinek P., Strakova E., Hucl J., 2002. Chemical composition of muscles of hybrid broiler chickens during prolonged feeding. *Czech Journal of Animal Science*, 47, 12, 511–518.
- Taylor R. D., Jones G. P., 2004. The incorporation of whole grain into pelleted broiler chicken diets. *Poultry Science*, 45, 2, 237–246.
- Technical information on Hybro G+ broilers, www.hybro.com.
- Van Heerden S. M., Schönfeldt H. C., Smith M. F., Jansen van Rensburg D. M., 2002. Nutrient Content of South African Chickens. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15, 47–64.
- Vermeulen A. N., Schaapk D. C., Schetters T. P. M., 2001. Control of coccidiosis in chickens by vaccination. *Veterinary Parasitology*, 100, 13–20.
- Wardlaw F. B., McCaskill L. H., Acton J. C., 1973. Effects of postmortem muscle changes on poultry meat loaf properties. *Journal of Food Science*, 38, 421–423.
- Wattanachant S., Benjakul S., Ledward D. A., 2004. Composition, Color and Texture of Thai Indigenous and Broiler Chicken Muscles. *Poultry Science*, 83, 1, 123–128.
- Williams R. B., 2002. Anticoccidial vaccines for broiler: pathways to success. *Avian Pathology*, 31, 317–353.
- Wisner-Perdersen J., 1986. Chemistry of animal tissues: Water. In *The science of meat and meat products*. Price, J. F., Schweigert B. S., Food & Nutrition Press, Inc. Westport, CN. 141–154.
- Živkov-Baloš M., 2004. Uticaj korišćenja fitaze u ishrani brojlera na proizvodne rezultate, iskoristivost fosfora i stepen mineralizacije koštanog sistema. Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu.

Functional properties of broilers' meat depending on infection with *Eimeria tenella*

Lilić Slobodan, Vranić Danijela, Matekalo-Sverak Vesna, Ilić Tamara, Ivanović Snežana, Milićević Dragan, Dimitrijević Sanda

S u m m a r y: Caecal coccidiosis is important parasitic disease that causes significant financial damages measured in millions of dollars per year. The aim of this paper is to investigate functional properties of broilers' meat (water binding capacity - WBC and expressible water - EW) obtained from animals infected with *Eimeria tenella* ($7,8 \times 10^4$ infectious oocysts – the first experimental group; $4,7 \times 10^5$ – the second experimental group and $9,4 \times 10^5$ infectious oocysts – the third experimental group). The infected animals were treated and the values of functional properties were compared to the results from control group of healthy animals.

Water content and pH were determined using ISO methods, while the results of functional properties values were obtained by the method of centrifugation. The results were statistically processed using variance analysis and Tukey's test.

The highest water content (75.59%) was determined in breast meat of broilers from group O-II. It differed significantly ($p < 0,01$) from the results obtained from K and O-III group (74,11 and 74,80% respectively), as well as O-I group ($p < 0,05$). The highest pH value of thigh was found in K and O-III group (6.25), pH measured in animals from O-II group was somewhat lower (6.24), while the lowest pH was measured in thighs of broilers from O-I group (6.23). The results obtained from O-I group were significantly different ($p < 0,05$) comparing to group K and O-III.

Water binding capacity of breast meat was highest in the group of healthy animals (K) and it differed significantly from the values measured in group O-I ($p < 0,01$) and group O-III ($p < 0,05$). WBC of drumstick and thigh meat was significantly lower in O-I group compared to control, O-II and O-III ($p < 0,01$). These results point out that caecal coccidiosis had negative

effect on this functional, i.e. technological meat property. It is important to mention that broilers from infected groups had sub-clinical form of the disease and received no treatment, meaning that the period of infection played crucial role.

The percentage of EW was lowest in breast meat of broilers from control group – significantly lower compared to O-I ($p < 0,01$). Low values were also measured in the second experimental group, significantly lower compared to O-I ($p < 0,05$). No significant differences were determined in drumstick and thigh between average values of EW ($p > 0,05$).

Infection with protozoan parasite *Eimeria tenella* resulted in negative effects on water content in breast meat, drumstick and thigh (increased values of the parameter). Value of pH was also affected by the infection which resulted with the lowest pH of meat from experimental group. Water binding capacity was the highest in meat from control group of broilers, while the percentage of expressed water was the lowest. It can be concluded that the infection had negative effects on functional properties of meat, especially in case when no treatment was administered, which resulted in sub-clinical form of the disease.

Key words: *Eimeria tenella*, coccidiosis, broilers' meat, functional properties.

Rad primljen: 19.01.2010.

Rad prihvaćen: 22.01.2010.