

## UTJECAJ PERIODA NESENJA NA KVALITETU RASPLODNIH JAJA OBIČNOG FAZANA (*PHASIANUS COLCHICUS*) IZ KONTROLIRANOG UZGOJA

## THE INFLUENCE OF THE LAYING PERIOD ON THE QUALITY OF PHEASANTS' (*PHASIANUS COLCHICUS*) BREEDING EGGS FROM CONTROLLED FARMING

**D. Božur, T. Florijančić, I. Bošković, Manuela Košević, Zlata Kralik**

Izvorni znanstveni članak - Original scientific paper  
Primljeno - Received: 18. listopada - October 2023

### SAŽETAK

Istraživanje je provedeno u fazaneriji Božur u mjestu Satnica Đakovačka. Fazani su držani u zatvorenom objektu uz mogućnost ispusta. Za potrebe istraživanja uzorkovano je 120 jaja običnog fazana, smeđe i zelene boje ljuske. Ženke su pronijele početkom ožujka, a krajem ožujka i početkom svibnja obavljena su uzorkovanja jaja za analize. Prilikom prvog uzorkovanja jaja u ožujku fazanke su bile u 5. tjednu nesivosti, a prilikom uzorkovanja jaja u svibnju bile su u 10. tjednu nesivosti. Cilj rada bio je procijeniti utjecaj perioda nesenja na kvalitetu rasplodnih jaja običnog fazana (*Phasianus colchicus*) iz kontroliranog uzgoja, kao i utvrditi sadržaj masnih kiselina i kolesterola u žumanjcima jaja. Fazani su hranjeni krmnom smjesom izbalansiranom na 17,30 % proteina. Hranjenje i napajanje bilo je *ad libitum*. U svrhu istraživanja korištene su različite priznate znanstvene metode za određivanje kvalitete jaja, sadržaja masnih kiselina i kolesterola u žumanjcima jaja. Istraživanjem je utvrđeno da period nesenja utječe na masu jaja, površinu jaja, masu ljuske, masu bjelanjka, masu, visinu i pH žumanjka ( $P < 0,05$ ). Sadržaj masnih kiselina bio je ujednačen u oba termina analize (ožujak-svibanj), s tim da su vrijednosti miristinske, palmitinske i  $\Sigma$ SFA bile značajno veće kod jaja uzorkovanih u svibnju u odnosu na ožujak, a sadržaj linolne i ukupne n-6 PUFA u tom periodu bile su značajno niže ( $P < 0,05$ ). Na ostale analizirane pokazatelje period nesenja jaja nije imao utjecaja ( $P > 0,05$ ). Prema rezultatima istraživanja može se zaključiti kako se kvaliteta rasplodnih jaja običnog fazana iz kontroliranog uzgoja mijenja s obzirom na period nesenja (ožujak 5. tjedan nesivosti odnosno svibanj 10. tjedan nesivosti).

Ključne riječi: obični fazan, kvaliteta jaja, kolesterol, profil masnih kiselina.

### UVOD

Fazan je najpoznatiji i daleko najzastupljeniji predstavnik livadsko-šumske peradi u Hrvatskoj i Europi. U Hrvatsku je uvezen krajem 18. odnosno početkom 19. stoljeća, gdje se udomaćio i postao najpopularnija pernata divljač. Danas fazan u Hr-

vatskoj obitava u gotovo svim krajevima, posebice u Slavoniji, Podravini, Međimurju, Posavini. Nešto manje ih ima na području Like, Gorskog Kotara i južne Dalmacije. U Europi je najrasprostranjeniji obični fazan (*Phasianus colchicus*). Tijelo mužjaka fazana prekriveno je tamnosmeđim perjem, glava im je zeleno-plava s crvenim područjem oko očiju.

Domagoj Božur, mag. ing. agr. e-mail: dbozur0412@gmail.com, Fazaneriya Božur, 31421 Satnica Đakovačka, Hrvatska; Prof. dr. sc. Tihomir Florijančić, e-mail: tflorijancic@fazos.hr, orcid.org/ 0000-0003-2860-030X; izv. prof. dr.sc. Ivica Bošković, e-mail: ivica.boskovic@fazos.hr, orcid.org/ 0000-0002-6084-8260; Doc. dr. sc. Manuela Košević, e-mail: manuela.kosevic@fazos.hr, orcid.org/ 0000-0002-5760-621X; Prof. dr. sc. Zlata Kralik, corresponding author, e-mail: zlata.kralik@fazos.hr, orcid.org/0000-0001-9056-9564, Fakultet Agrobiotehničkih znanosti Osijek, Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Vladimira Preloga 1, 31000 Osijek, Hrvatska

Ženka fazana nema šarenu boju perja kao mužjak, njeno tijelo prekriveno je sivo-smeđim perjem. Masa mužjaka običnog fazana kreće se od 1,2 do 1,6 kg, dok ženke teže manje od 1 kg (Galić i sur., 2023.) Kod fazana postoji jasna razlika između spolova, kažemo da je vrlo dobro izražen spolni dimorfizam (Janicki i sur., 2007.). S obzirom da fazan pripada pernatostoj divljači, on se uglavnom uzgaja u svrhu lovnog turizma (Ristić i sur., 2010.). Iako su jestiva, jaja fazana uglavnom se koriste za reprodukciju. Na tržištu jaja fazana namijenjena konzumaciji vrlo se rijetko nađu, pretpostavlja se da je razlog tome mala sezonska proizvodnja jaja (Tserveni-Goussi i Fortomaris, 2011.). Kao što je već rečeno jaja fazana se koriste uglavnom za reprodukciju, a rezultati valjenja jednodnevnog podmlatka kao i kod ostale peradi ovise o više čimbenika: biološkoj vrijednosti, vremenu i načinu čuvanja jaja prije stavljanja u valionike, zdravstvenom stanju jata, hranidbi jata, omjeru spolova u jatu, dobi nesilica i slično. Samo iz kvalitetnog rasplodnog jaja može se izleći zdrav i otporan pomladak (Ashraf i sur., 2016.). Da bi se pomladak mogao izleći jaje mora biti oplođeno, treba biti pravilnog oblika, neoštećene, čiste i čvrste ljuske. Žumanjak je osnovni izvor energije, a bjelanjak predstavlja izvor esencijalnih proteina i vode (Narushin i Romanov, 2002.). Žumanjak jaja fazana sadrži 16,14 % proteina i 26,35 % masti, dok bjelanjak sadrži 12,46 % proteina i 10,95 % masti (Gugała i sur., 2019.). U literaturi se navode različiti rasponi vezani za debljinu ljuske fazanskih jaja, a kreću se od 0,263 mm do 0,346 mm (Ozbey i sur., 2011.; Mangiagalli i sur., 2003.). Indeks oblika predstavlja odnos dužine i širine jaja izraženo u postotku. Kirikçi i sur. (2005.) navode da se indeks fazanskog jaja pravilnog oblika kreće u rasponu od 77,62 % do 81,24 %. Isti autori navode vrlo visoke vrijednosti HJ kod svježih snesenih fazanskih jaja koje se kreću od 79,91 do 83,96. U radu Surai i Spark (2008.) ističu činjenicu da se profili masnih kiselina jaja fazana značajno razlikuje od onih iste vrste u divljini. Konkretno, oni navode da žumanjci različitih ptica koje se drže u zatočeništvu imaju relativno manje  $\alpha$ -linolenske i dokosaheksaenske ili oboje, i imaju mnogo veće omjere n-6/n-3, u usporedbi s vrijednostima za žumanjke istih ptica koje žive u lovištima. Stoga je u prosjeku omjer n-6/n-3 oko 10 puta veći u kontroliranom uzgoju nego u lovištu (divljini). S obzirom da je kvaliteta jaja vrlo važan čimbenik u reprodukciji jaja fazana, cilj ovog istraživanja bio je utvrditi utjecaj perioda nešenja jaja na njihovu kvalitetu.

## MATERIJAL I METODE

### Smještaj i hranidba fazana

Istraživanje je provedeno u fazaneriji Božur, koja je smještena u mjestu Satnica Đakovačka. U navedenoj fazaneriji tijekom 2021. godine uzgajano je 1400 fazana, od čega je 200 mužjaka i 1200 ženki.

**Tablica 1. Sastav krmne smjese korištene u hranidbi fazana**

**Table 1 Composition of the feed mixture used in pheasants feeding**

Sastojak / Ingredient	Udio / Share (%)
Pšenica / Wheat	20,00
Kukuruz / Corn	31,65
<sup>1</sup> DDGS	16,00
Tostirana soja / Toasted soy	5,50
Suncokretova sačma / Sunflower meal	5,50
Sačma uljane repice / Rapeseed meal	6,00
Kukuruzni gluten / Corn gluten	1,25
Pšenično stočno brašno / Wheat feed flour	5,00
Kalcijev karbonat / Calcium carbonate	8,10
<sup>2</sup> Premiks / Premix	1,00
Ukupno / Total	100

<sup>1</sup> DDGS- kukuruzni trop s otopinom, bogat izvor proteina, esencijalnih aminokiselina, ulja, vlakana, fosfora i ksantofila.

<sup>2</sup>Sastav premiksa po kg: vitamin A (3a672a) 10 000 IU; vitamin D3 (E671) 3000 IU; vitamin E (alfa 3a700, tokoferol) 33 mg; Mangan (E5, Mn-oxid) 100 mg; Cink (E6, Zn-sulfat) 83mg; Željezo (E1, FE-karbobat) 33mg; Bakar (E4, Cu-sulfat) 15 mg; Selen (E8, natrijev selenit) 0,34 mg; Jod (3b202, kalcijev jodid) 2,1 mg; Kobalt (E3, kobaltov sulfat) 0,7 mg; Xilanaza 400 000 BXU; Fitaza 300 FUT.

<sup>1</sup> DDGS - corn starch with solution, a rich source of protein, essential amino acids, oil, fiber, phosphorus and xanthophyll.

<sup>2</sup>Composition of the premix per kg: vitamin A (3a672a) 10,000 IU; vitamin D3 (E671) 3000 IU; vitamin E (alpha 3a700, tocopherol) 33 mg; Manganese (E5, Mn-oxide) 100 mg; Zinc (E6, Zn-sulfate) 83mg; Iron (E1, FE-carbobate) 33mg; Copper (E4, Cu-sulfate) 15 mg; Selenium (E8, sodium selenite) 0.34 mg; Iodine (3b202, calcium iodide) 2.1 mg; Cobalt (E3, cobalt sulfate) 0.7 mg; Xylanaza 400,000 BXU; Phytase 300 FUT.

Ženke su pronijele početkom ožujka, a krajem ožujka i početkom svibnja obavljena su uzorkovanja jaja za analize. U ožujku prilikom uzorkovanja jaja fazanke su bile u 5. tjednu nesivosti, a prilikom uzorkovanja jaja u svibnju bile su u 10. tjednu nesivosti.

Fazani su držani u zatvorenom objektu s ispustom. U Tablici 1. prikazan je sastav krmne smjese korišten za hranidbu fazanskog jata, a u Tablici 2. prikazana je kemijska analiza navedene smjese.

**Tablica 2. Kemijski sastav krmne smjese korišten u istraživanju**

**Table 2 Chemical composition of the feed mixture used in the research**

Sastojak / Ingredient	Udio / Share (%)
Vlaga / Moisture	10,70
Sirovi protein / Crude protein	17,30
Sirova mast / Crude fat	5,60
Sirovi pepeo / Crude Ash	12,08

HRN ISO 6496:2001; ISO 1871:2009; HRN ISO 6492:2001; HRN ISO 5984:2004/Ispr.1:201.

Kemijski sastav krmne smjese analiziran je u tvrtki Inspecto d.o.o. Osijek, a analize su provedene prema priznatim akreditiranim metodama (HRN ISO 6496:2001; ISO 1871:2009; HRN ISO 6492:2001; HRN ISO 5984:2004/Ispr.1:201).

#### *Vanjska i unutarnja kvaliteta fazanskih jaja*

Za potrebe analize vanjskih i unutarnjih pokazatelja kvalitete jaja, uzorkovano je 60 jaja u dva perioda analiza (ožujak-svibanj). Od pokazatelja kvalitete utvrđeni su prvo dužina i širina jaja. Ovi pokazatelji mjereni su digitalnom mjerkom s rasponom mjerenja 0-30 mm/0-12" (Insize, USA). Indeks oblika izračunat je iz mjera širine i dužine jaja prema sljedećoj formuli.

Indeks oblika (%) = širina jajeta/dužina jajeta x 100.

Površina jaja (cm<sup>2</sup>) izračunata je prema sljedećoj formuli (Paganelli i sur. 1974.):

$$P = 4,835 \times W^{0,662}; \text{ gdje je } W = \text{masa jaja}$$

Masa osnovnih dijelova jaja (bjelanjak, žumanjak i ljuska) utvrđena je pomoću vage PB 1502-S (Mettler Toledo, BBK 422-6 DXS), a računskim putem dobivene su vrijednosti udjela osnovnih dijelova jaja (%). Automatskim uređajem Digital Egg Tester - DET 6500 (Nabel, Co., Ltd, Japan) izmjereni su sljedeći pokazatelji kvalitete jaja: masa jaja (g), čvrstoća (kg/cm<sup>2</sup>) i debljina ljuske (mm), boja žumanjka, Hough jedinice (HJ), visina bjelanjka (mm), visina žumanjka (mm), promjer žumanjka (mm), indeks žumanj-

ka. Debljina ljuske mjerena je na ekvatorijalnom dijelu jajeta, a za utvrđivanje čvrstoće ljuske ono je opterećeno silom na suprotnim polovima. Vrijednosti HJ i indeks žumanjka određeni su Automatskim uređajem Digital Egg Tester - DET 6500 (Nabel, Co., Ltd, Japan) prema sljedećim formulama:

$HU = 100 \times \log (H - 1,7 W^{0,37} + 7,6)$ , gdje je H= visina bjelanjka (mm) i W= masa jaja (g)

Indeks žumanjka = visina žumanjka/promjer žumanjka x 100.

Vrijednosti pH bjelanjka i žumanjka, izmjerene su pH metrom MP 120 (Mettler Toledo, model SevenEasy).

#### *Profil masnih kiselina u smjesi i žumanjcima jaja*

Profil masnih kiselina utvrđen je na ukupno 20 žumanjaka (10 žumanjaka u ožujku i 10 u svibnju) i 1 uzorka smjese za fazane u tri paralelna mjerenja. Priprema uzoraka za analizu profila masnih kiselina u krmnoj smjesi i žumanjcima jaja obavljena je korištenjem mikrovalnog uređaja CEM MARS6 (CEM Corporation, Matthews, NC, SAD). Uzorku izvaganom u reakcijsku posudicu doda se otopina kalijeve lužine (KOH) u metanolu, posudice se prebace u mikrovalni uređaj i zagrijavaju do 90 °C u trajanju od 6 minuta, te zadržavaju na toj temperaturi 10 minuta. Nakon hlađenja uzoraka, dodaje se otopina sumporne kiseline (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) u metanolu, uzorci se zagrijavaju do 120 °C tijekom 6 minuta i zadržavaju na toj temperaturi 6 minuta. Nakon reakcije uzorci se ponovno hlade, zatim se dodaje heksan i zasićena otopina natrijevog klorida (NaCl). Nakon odvajanja slojeva, uzima se organski sloj i osuši s bezvodnim natrijevim sulfatom (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) te prebaci u vijalicu i čuva u zamrzivaču do analize. Profil masnih kiselina utvrđen je korištenjem plinskog kromatografa SCION 436-GC (SCION Instruments, Goes, Nizozemska), opremljenog kapilarnom kolonom tipa FAMEWAX (RESTEK, Bellefonte, USA) (unutarnji promjer 30 x 0,32 mm, film 0,25 μm) i plameno-ionizacijskim detektorom.

#### *Kolesterol u jajima*

Kolesterol u žumanjcima jaja fazana određen je na ukupno 20 uzoraka, u dvije faze mjerenja. Prva faza mjerenja je obavljena u ožujku (10 žumanjaka) a druga faza u svibnju (10 uzoraka). Sadržaj kolesterola, određen je prema modificiranoj metodi Albuquerque i sur. (2016.). Za odvajanje i kvantificiranje kolesterola korišten je Shimadzu HPLC sus-

tav opremljen UV-VIS detektorom SPD-10AV VP i SIL-10AD VP auto-injektorom, Shimadzu Shim-pack GIST (250 x 4,6 mm I.D., veličina čestica 5 μm). Količina kolesterola utvrđena je pomoću UV-VIS detektora postavljenog na valnoj duljini od 210 nm. Ukupno vrijeme analize bilo je 10 minuta.

#### Statistička obrada podataka

Podatci prikupljeni u ovom istraživanju statistički su obrađeni u programu Statistica software (Tibco Software Inc., 2018.), a u radu su prikazani u tablicama i grafikonu. Od statističkih pokazatelja prikazana je aritmetička sredina ( $\bar{x}$ ), standardna devijacija (sd), minimalna i maksimalna vrijednost. Ispitivanje zna-

čajnosti razlika između ispitivanih skupina utvrđeno je pomoću jednostruke analize varijance (ANOVA). Izračunata F vrijednost uspoređena je s teorijskom F vrijednošću na razini značajnosti 5 %. Značajnost razlika između srednjih vrijednosti utvrđena je Fisher-ovim LSD testom, a u tablicama značajnost je označena s slovima <sup>a,b</sup>.

## REZULTATI I RASPRAVA

U Tablici 3. prikazan je utjecaj perioda nesenja na pokazatelji vanjske kvalitete jaja fazana. Masa jaja u petom tjednu nesivosti iznosila je 30,51 g (A), a u desetom tjednu nesivosti iznosila je u prosjeku

**Tablica 3. Utjecaj perioda nesenja na vanjske pokazatelje kvalitete fazanskih jaja**

**Table 3 Influence of the laying period on the external quality indicators of pheasant eggs**

Svojstvo Characteristics	Statistički pokazatelj Statistical indicator	Period nesenja / Laying period		P vrijednost P value
		A	B	
Masa jaja (g) Egg weight	$\bar{x}$	30,51 <sup>b</sup>	33,43 <sup>a</sup>	<0,001
	sd	2,38	1,83	
	min	25,7	30,0	
	max	35,3	36,8	
Indeks oblika (%) Shape index	$\bar{x}$	77,43	78,33	0,232
	sd	3,51	2,10	
	min	70,51	74,30	
	max	86,50	83,29	
Površina jaja (cm <sup>2</sup> ) Eggshell surface	$\bar{x}$	46,43 <sup>b</sup>	49,34 <sup>a</sup>	<0,001
	sd	2,39	1,78	
	min	41,47	45,94	
	max	51,17	52,60	
Masa ljuske (g) Eggshell weight	$\bar{x}$	3,69 <sup>b</sup>	4,01 <sup>a</sup>	0,002
	sd	0,42	0,32	
	min	3,03	3,40	
	max	4,42	4,89	
Udio ljuske (%) Eggshell share	$\bar{x}$	12,03	12,17	0,668
	sd	0,84	1,62	
	min	10,47	9,03	
	max	13,97	15,84	
Čvrstoća ljuske (kg/cm <sup>2</sup> ) Shell strength	$\bar{x}$	3,91	3,76	0,504
	sd	0,86	0,74	
	min	1,33	2,12	
	max	5,27	5,21	
Debljina ljuske (mm) Shell thickness	$\bar{x}$	0,327	0,320	0,355
	sd	0,03	0,02	
	min	0,24	0,26	
	max	0,40	0,37	

A= jaja uzorkovana u ožujku; B= jaja uzorkovana u svibnju; eksponenti <sup>a,b</sup> pokazuju statistički značajnu razliku na razini P<0,05 između vrijednosti prikazanih u redovima

A= eggs sampled in March; B= eggs sampled in May; n.s. P>0.05; exponents a,b show a statistically significant difference at the P<0.05 level between the values shown in the rows.



33,43 g (B). Analizom rezultata utvrđeno je da se masa jaja tijekom perioda nesivosti fazanki statistički značajno povećava ( $P < 0,001$ ). Rezultate sukladne našima u svom istraživanju navode i Günlü i sur. (2018.). Kuzniacka i sur. (2005.) nisu utvrdili značajnu razliku u masi jaja fazana uzorkovanih u različitim tjednima nesivosti. Njihovi rezultati nisu sukladni našima. Povećanje mase jaja tijekom perioda nesenja utjecalo je na statistički značajno veću masu ljuske kod jaja skupine B u odnosu na skupinu A (4,01 g : 3,69g;  $P = 0,002$ ). Povećanje mase jaja utjecalo je i na značajno veću površinu ljuske jaja utvrđenu kod jaja analiziranih u desetom tjednu nesivosti u odnosu na jaja analizirana u petom tjednu nesivosti ( $B = 49,34 \text{ cm}^2$  odnosno  $A = 46,43 \text{ cm}^2$ ). Song i sur. (2000.) navode da je površina jaja fazana oko  $47,31 \text{ cm}^2$ , što je sukladno našim rezultatima. Indeks oblika kod jaja analiziranih u dva razdoblja nesivosti fazanki bio je ujednačen, kao i čvrstoća i debljina ljuske ( $P > 0,05$ ). Indeks fazanskog jaja pravilnog oblika kreće se u rasponu od 77,62 % do 81,24 % (Kirikçi i sur., 2005.). Prema navodima spomenutih autora jaja iz našeg istraživanja su pravilnog oblika.

Gugała i sur. (2019.) u istraživanju navode da je indeks oblika jaja kontrolne skupine fazana 81,4 % što je nešto veća vrijednost u usporedbi s našim rezultatima, međutim jaja koja su spomenuti autori analizirali uzorkovana su u 12 tjednu nesivosti što je sigurno utjecalo na ovaj rezultat. Neki autori u literaturi (Ozbey i sur., 2011.; Mangiagalli i sur., 2003.) navode vrijednosti za debljinu ljuske fazanskih jaja, te se one kreću od 0,263 mm do 0,346 mm. Debljina ljuske jaja fazana analiziranih u ovom istraživanju iznosi  $A = 0,327 \text{ mm}$  i  $B = 0,320 \text{ mm}$ , što je unutar preporučenog raspona za jaje dobre kvalitete. Kuzniacka i sur. (2005) nisu utvrdili značajnu razliku u debljini ljuske jaja fazana uzorkovanih u petom u odnosu na devetom tjednu nesivosti, što je sukladno našim rezultatima. U Tablici 4. prikazani su rezultati utjecaja perioda nesenja na unutarnje pokazatelje fazanskih jaja. Povećanje mase jaja tijekom perioda nesivosti statistički je značajno utjecalo je na masu unutarnjeg jestivog dijela jaja ( $P < 0,001$ ). Stoga je i masa bjelanjka bila veća kod jaja B skupine u odnosu na jaja skupine A (18,26g odnosno 17,02g;  $P = 0,019$ ). Žumanjci jaja skupine A bili su statistički značajno lakši u odnosu na žumanjke jaja skupine B (9,79g u odnosu na 11,14g;  $P < 0,001$ ).

Period nesivosti imao je značajan utjecaj na visinu i pH žumanjka ( $P < 0,05$ ), dok kod ostalih pokazatelja unutarnje kvalitete jaja (visina bjelanjka, HU, pH

bjelanjka, boja žumanjka, širina i indeks žumanjka, razlike nisu bile statistički značajne ( $P > 0,05$ ). Svježe snesena jaja imaju visoke vrijednosti HJ, ali i visine bjelanjka, što smo u ovom istraživanju i pokazali. Za svježa jaja fazana Song i sur. (2000.) navode vrijednost HJ kod svježeg jaja fazana 79,64 uz visinu bjelanjka 4,46 mm, što nije u skladu s našim rezultatima. Kuzniacka i sur. (2005) također ističu da period nesenja ima utjecaj na vrijednosti pH žumanjka, što je sukladno našim rezultatima. U tablicama 1. i 2. prikazan je udio osnovnih dijelova u jajima mjerenih u dva razdoblja nesivosti. S obzirom da su jaja mjerena u svibnju (u desetom tjednu nesivosti fazanki) bila značajno veće mase, za očekivati je bilo da su udjeli osnovnih dijelova (ljuska, žumanjak i bjelanjak) kod njih veći u usporedbi s jajima skupine A mjerene u ožujku (u petom tjednu nesivosti fazanki). Uočene razlike između ispitivanih skupina u vrijednostima udjela ljuske ( $A = 12,03 \%$  i  $B = 12,17 \%$ ), žumanjka ( $A = 33,33 \%$  i  $B = 32,27 \%$ ) i bjelanjka ( $A = 54,64 \%$  i  $B = 55,56 \%$ ) nisu bile statistički značajne ( $P > 0,05$ ). Kirikçi i sur. (2005.) navode vrijednosti udjela osnovnih dijelova u fazanskim jajima slične rezultatima našeg istraživanja (masa jaja 31,89 g, udio ljuske 10,07 %; udio žumanjka 33,65 % i udio bjelanjka 56,28 %).

Na Grafikonu 1. prikazan je sadržaj kolesterola u žumanjcima jaja analiziran u dva perioda nesivosti. Iz grafikona je vidljivo da je sadržaj kolesterola u žumanjcima fazanskih jaja u ožujku bio veći i iznosio je 856,45 mg/100 g žumanjka, u odnosu na svibanj kada je utvrđeno 804,75 g kolesterola/100 g žumanjka. Razlika u sadržaju kolesterola između A i B skupina nije bila statistički značajna ( $P > 0,05$ ). U istraživanju utjecaja dodatka različitih mikroelemenata u hrani na kvalitetu fazanskih jaja, Gugała i sur. (2019.) navode u kontrolnoj skupini nešto veći sadržaja kolesterola u žumanjku 1046 mg/100 g žumanjka u odnosu na naše rezultate. Choi i sur. (2001.) također navode da fazansko jaje sadrži čak 2000 mg/100g, što je značajno veći sadržaj kolesterola u odnosu na naše rezultate. Kaźmierska i sur. (2005.) navode nižu vrijednost kolesterola u fazanskim jajima (682 mg/100 g žumanjka) u odnosu na naše rezultate. Nesukladnost može biti posljedica utjecaja više čimbenika, kao što su dob i hranidba fazana, sustav držanja ili metode same analize. Choi i sur., (2001.) ističu da se jaja fazana smatraju prilično dijetalnim, s relativno niskim postotkom kolesterola u usporedbi s jajima drugih vrsta ptica, stoga se preporučuju u prehrani ljudi.

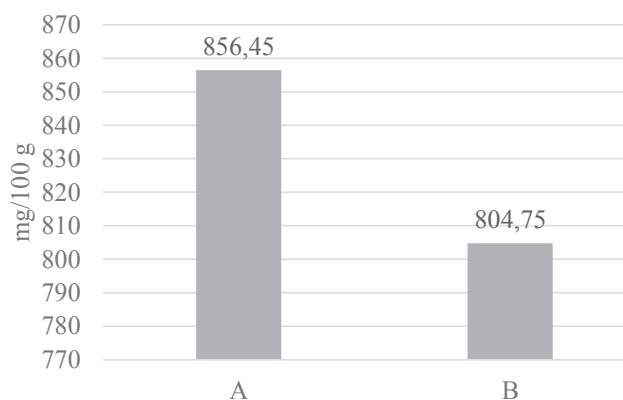
**Tablica 4. Utjecaj perioda nesenja na unutarnje pokazatelje kvalitete fazanskih jaja**

**Table 4 Influence of the laying period on internal quality indicators of pheasant eggs**

Svojstvo Characteristics	Statistički pokazatelj Statistical indicator	Period nesivosti / Laying period		P vrijednost P value
		A	B	
Masa bjelanjka (g) Albumen weight	$\bar{x}$	17,02 <sup>b</sup>	18,26 <sup>a</sup>	0,019
	sd	2,58	1,17	
	min	12,09	16,05	
	max	23,68	21,25	
Udio bjelanjka (%) Albumen share	$\bar{x}$	54,64	55,56	0,351
	sd	2,00	4,92	
	min	51,70	47,04	
	max	59,01	69,08	
Visina bjelanjka (mm) Albumen height	$\bar{x}$	5,04	5,25	0,368
	sd	0,98	0,79	
	min	3,1	3,1	
	max	6,8	6,6	
Hougove jedinice HJ Haugh units HU	$\bar{x}$	82,0	81,67	0,824
	sd	6,06	5,39	
	min	66,5	65,4	
	max	92,1	90,6	
pH bjelanjka Albumen pH	$\bar{x}$	8,62	8,68	0,068
	sd	0,11	0,13	
	min	8,37	8,37	
	max	8,99	8,92	
Masa žumanjka (g) Yolk weight	$\bar{x}$	9,79 <sup>b</sup>	11,14 <sup>a</sup>	<0,001
	sd	1,08	0,95	
	min	7,59	9,11	
	max	12,07	13,48	
Udio žumanjka (%) Yolk share	$\bar{x}$	33,33	32,27	0,219
	sd	1,95	4,23	
	min	29,01	23,88	
	max	37,65	41,05	
Boja žumanjka Yolk colour	$\bar{x}$	9,23	9,16	0,844
	sd	1,56	0,98	
	min	5	7	
	max	12	11	
Visina žumanjka (mm) Yolk height	$\bar{x}$	14,47 <sup>b</sup>	15,09 <sup>a</sup>	0,006
	sd	0,97	0,69	
	min	11,4	13,3	
	max	16,1	16,1	
Širina žumanjka (mm) Yolk width	$\bar{x}$	35,72	36,41	0,232
	sd	2,23	2,12	
	min	31,3	30,7	
	max	41	40,7	
Indeks žumanjka Yolk index	$\bar{x}$	0,406	0,415	0,319
	sd	0,037	0,024	
	min	0,285	0,364	
	max	0,474	0,472	
pH žumanjka Yolk pH	$\bar{x}$	6,16 <sup>b</sup>	6,32 <sup>a</sup>	<0,001
	sd	0,07	0,12	
	min	5,94	6,09	
	max	6,29	6,58	

A= jaja uzorkovana u ožujku; B= jaja uzorkovana u svibnju; eksponenti <sup>a,b</sup> pokazuju statistički značajnu razliku na razini P<0,05 između vrijednosti prikazanih u redovima

A= eggs sampled in March; B= eggs sampled in May; n.s. P>0.05; exponents a,b show a statistically significant difference at the P<0.05 level between the values shown in the rows



A= jaja uzorkovana u ožujku; B= jaja uzorkovana u svibnju; n.s.  $P > 0,05$   
 A= eggs sampled in March; B= eggs sampled in May; n.s.  $P > 0,05$

Grafikon 1. Sadržaj kolesterola u žumanjcima fazanskih jaja (mg/100g)

Graph 1 Cholesterol content in pheasant egg yolks (mg/100g)

U Tablici 5. prikazan je profil masnih kiselina u rasplodnim fazanskim jajima analiziranim u ožujku (A- peti tjedan nesivosti fazanki) i svibnju (B - deseti tjedan nesivosti fazanki). Sadržaj miristinske i palmi-tinske masne kiseline i ukupnih SFA bio je značajno

veći u skupini jaja snesenih u svibnju u odnosu na ožujak ( $P < 0,001$ ), a sadržaj ukupnih MUFA nije bio statistički značajan ( $P > 0,05$ ). U Tablici 5. vidljivo je da je sadržaj linolne masne kiseline značajno manji u svibnju u odnosu na ožujak ( $P < 0,001$ ). S obzirom da je poznato da se linolna masna kiselina pomoću enzima delta-6 desaturaze prevodi u  $\gamma$ -linolnu kiselinu koja se uz pomoć elongaze prevodi u dihomoy-linolnu kiselinu, a ona se dalje pretvara u arahidonsku (Wall i sur., 2010.), za očekivati je bilo da će sadržaj arahidonske masne kiseline imati također trend opadanja kada usporedimo jaja iz ožujka u odnosu na jaja iz svibanja. Fazan je ptica koja spada u sveždere (Darabuš, 2004.), konzumira hranu biljnog i životinjskog podrijetla. Surai i Spark (2008.) u radu navode da je kod ptica koje konzumiraju animalnu komponentu u obroku upravo arahidonska masna kiselina povećana. Sadržaj linolne i arahidonske masne kiseline utjecao je na sadržaj ukupnih n-6 PUFA koje su bile manje u jajima iz svibnja u odnosu na jaja analiziranih u ožujku ( $P < 0,001$ ). Gugala i sur. (2019.) u radu navode nešto povoljniji odnos n-6/n-3 PUFA u kontrolnoj skupini (12,51), što je posljedica nešto manjeg sadržaja linolne (14,96 %) i arahidonske (1,45 %) masne kiseline u usporedbi s našim rezultatima.

Tablica 5. Profil masnih kiselina u žumanjcima jaja fazana (% od ukupnih masnih kiselina;  $\bar{x} \pm sd$ )

Table 5 Profile of fatty acids in pheasant egg yolks (% of total fatty acids;  $\bar{x} \pm sd$ )

Masna kiselina Fatty acid	A	B	P vrijednost P value
Miristinska/Myristic (C14:0)	0,214 $\pm$ 0,08 <sup>b</sup>	0,356 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,001
Palmitinska/Palmitic (C16:0)	21,05 $\pm$ 3,64 <sup>b</sup>	26,17 $\pm$ 1,07 <sup>a</sup>	0,001
Heptadekanska/Heptadecanoic (C17:0)	0,289 $\pm$ 0,05	0,267 $\pm$ 0,04	0,324
Stearinska/Stearic (C18:0)	10,42 $\pm$ 1,38	10,44 $\pm$ 0,89	0,951
$\Sigma$ SFA	31,97 $\pm$ 2,53 <sup>b</sup>	37,24 $\pm$ 1,50 <sup>a</sup>	<0,001
Oleinska/Oleic (C18:1 cis)	34,03 $\pm$ 1,31	32,98 $\pm$ 1,70	0,192
Eikozenska/Eicosenoic (C20:1)	0,169 $\pm$ 0,02	0,155 $\pm$ 0,02	0,213
$\Sigma$ MUFA	34,20 $\pm$ 1,29	33,14 $\pm$ 1,71	0,186
Linolna/Linoleic (C18:2n6 cis)	29,32 $\pm$ 2,19 <sup>a</sup>	25,73 $\pm$ 1,48 <sup>b</sup>	0,001
$\gamma$ -linolenska/ $\gamma$ -linolenic (C18:3n6)	0,168 $\pm$ 0,06	0,153 $\pm$ 0,04	0,606
Eikozadienska/Eicosadienoic (C20:2n6)	0,166 $\pm$ 0,03	0,137 $\pm$ 0,02	0,081
Arahidonska/Arachidonic (C20:4n6)	2,177 $\pm$ 0,53	1,856 $\pm$ 0,28	0,157
$\Sigma$ n-6 PUFA	31,83 $\pm$ 2,33 <sup>a</sup>	27,88 $\pm$ 1,67 <sup>b</sup>	0,001
$\alpha$ -linolenska/ $\alpha$ -linolenic (C18:3n3)	1,093 $\pm$ 0,35	0,930 $\pm$ 0,21	0,282
Dokosaheksaenska/Docosahexaenoic (C22:6n3)	0,908 $\pm$ 0,27	0,811 $\pm$ 0,13	0,389
$\Sigma$ n-3 PUFA	2,00 $\pm$ 0,58	1,74 $\pm$ 0,27	0,271
$\Sigma$ n-6 PUFA/ $\Sigma$ n-3 PUFA	16,90 $\pm$ 3,97	16,39 $\pm$ 2,90	0,774

A= jaja uzorkovana u ožujku; B= jaja uzorkovana u svibnju; eksponenti <sup>a</sup><sup>b</sup> pokazuju statistički značajnu razliku na razini  $P < 0,05$  između vrijednosti prikazanih u redovima

A= eggs sampled in March; B= eggs sampled in May; n.s.  $P > 0,05$ ; exponents <sup>a</sup><sup>b</sup> show a statistically significant difference at the  $P < 0,05$  level between the values shown in the rows

Upravo sadržaj pojedinih n-6 PUFA utječe na njihov ukupni sadržaj, a zatim i na omjer. Sadržaj ukupnih n-3 PUFA bio je ujednačen u oba termina mjerenja, što je utjecalo i na omjer ukupnih n-6/n-3 PUFA koji je bio vrlo nepovoljan u ispitivanim jajima, a iznosio je za jaja analizirana u ožujku, kada su fazanke bile u petom tjednu nesivosti, 16,90, a kod jaja analiziranih u svibnju, kada su fazanke bile u 10 tjednu nesivosti, iznosio je 16,39.

### ZAKLJUČAK

Prema rezultatima istraživanja utjecaja perioda nesenja na kvalitetu rasplodnih jaja običnog fazana (*Phasianus colchicus*) iz kontroliranog uzgoja možemo zaključiti kako period nesenja jaja ima utjecaja na masu jaja koja se s porastom tjedna nesivosti fazanki statistički značajno povećava ( $P < 0,05$ ). Veća masa jaja ima utjecaja na masu osnovnih dijelova u jajetu te na površinu ljuske ( $P < 0,05$ ). Period nesenja jaja značajno je utjecao i na visinu i pH žumanjka ( $P < 0,05$ ). Sadržaj kolesterola nije se statistički značajno razlikovao kod jaja uzorkovanih u ožujku u odnosu na ona iz svibnja ( $P > 0,05$ ). Sadržaj miristinske, palmitinske i ukupnih SFA bio je statistički značajno veći kod jaja analiziranih u svibnju u usporedbi s jajima iz ožujka, dok je sadržaj linolne i ukupnih n-6 PUFA bio značajno veći kod jaja iz ožujka u odnosu na ona iz svibnja ( $P < 0,05$ ). Rezultati ovog istraživanja nas upućuju da je potrebno dizajnirati posebne krmne smjese za fazansku divljač, kako bi u njima postigli bolji balans hranjivih sastojka kojima se može utjecati na pokazatelje kvalitete jaja.

**Napomena:** Rezultati prikazani u radu dio su diplomskog rada „FIZIKALNO-KEMIJSKE ZNAČAJKE FAZANSKIH JAJA (*Phasianus colchicus*) IZ KONTROLIRANOG UZGOJA studenta Domagoja Božura mag. ing. agr. Za dio analiza u radu korištena je oprema Znanstvenog centra izvrsnosti za personaliziranu brigu o zdravlju (KK.01.1.1.01.0010).

### LITERATURA

1. Albuquerque, T.G., Oliveira, M.B.P., Sanches-Silva, A., Costa, H.S. (2016.): Cholesterol determination in foods: Comparison between high performance and ultra-high performance liquid chromatography. *Food Chemistry*; 15(193):18-25.
2. Ashraf, S., A. Javid, M. Ashraf, M. Akram, S. Malik, Irfan M. Altaf (2016.): Influence of egg weight on egg quality parameters and growth traits in ring-necked pheasant (*Phasianus colchicus*) in captivity. *Journal of Animal and Plant Sciences*, 26(2): 331–338.
3. Choi, S. H., K. T. Song, and H. R. Oh. (2001.): Cholesterol contents and fatty acid composition of chukar, pheasant, guinea fowl and quail egg yolk. *Asian-Australas Journal of Animal Science*, 14(6):831–836.
4. Darabuš, S. (2004): Fazani – gnjetlovi. *Lovstvo*, (Mustapić, Z., Frković, A., Lekić, M., Lovrić, I., ured.), Hrvatski lovački savez, Zagreb, str. 161-165.
5. Galic, A., Filipovic, D., Pliestic, S., Janjecic, Z., Bedekovic, D., Kovacev, I., Copec, K., (2023.): Comparative analysis of physical, morphological, and mechanical characteristics of eggs from three pheasant subspecies. *Poultry Science*, 102(3): 102452.
6. Gugala, D., Flis, M., Grela, E.R. (2019.): The effect of zinc, iron, calcium, and copper from organic sources in pheasant diet on the performance, hatching, minerals, and fatty acid composition of eggs. *Poultry Science*, 98(10): 4640-4647.
7. Günlü, A., Cetin, O., Garip, M. Kirikçi, K. (2018.): Effect of hen age on some egg quality characteristics of pheasants (*P. Colchicus*). *Manas Journal of Agriculture Veterinary and Life Sciences*, 8(1): 24-30.
8. Janicki, Z., Slavica, A., Konjević, D., Severin, K. (2007.): *Zoologija divljači*. Zavod za biologiju, patologiju i uzgoj divljači. Sveučilište u Zagrebu, Veterinarski fakultet, 146-151.
9. Kaźmierska, M., Jarosz, B., Korzeniowska, M., Trziszka, T., Dobrzański, Z. (2005.): Comparative analysis of fatty acid profile and cholesterol content of egg yolks of different bird species. *Polish Journal of food and nutrition sciences*, 14(1): 69-73.
10. Kirikçi, K., Günlü, A. and Garip, M. (2005.): Some quality characteristics of pheasant (*Phasianus colchicus*) eggs with different shell colors. *Turkish Journal of Veterinary & Animal Sciences*, 29(2): 315-318.
11. Kuzniacka, J., Bernacki, Z., Adamski, M. (2005.): Effect of the date of egg-laying on the biological value of eggs and reproductive traits in pheasants [*Phasianus colchicus* L.]. *Folia Biologica*, 53 (Suppl.).
12. Mangiagalli, M. G., Scandolaro, G., Marelli, S.P., Giuliani, M., Cavalchini, L.G. (2003.): Characteristics of reared game pheasant (*Phasianus colchicus*)'s egg. *Italian Journal of Animal Science*, 2: 115–122.
13. Narushin, V. G., Romanov, M.N. (2002.): Egg physical characteristics and hatchability. *World's Poultry Science Journal*, 58(3): 297-303.



14. Ozbey, O., Esen, F., Aysondu, M.H. (2011.): Effect of hatch weight on egg production, hatchability and egg quality characteristics in Pheasant (*Phasianus colchicus*). *Journal of Animal Veterinary Advances*, 10: 3201–3206.
15. Paganelli, C. V., Olszowka, A., Ar, A. (1974.): The avian egg: surface area, volume, and density. *The Condor*, 76 (3): 319-325.
16. Ristić, Z.A., Ristanović, B., Matejević, M., Armenski, T., Josin, T. (2010.): Pheasant reproduction in open hunting grounds. *Contemporary Agriculture / Savremena Poljoprivreda*, 59(3-4): 262-270.
17. Song, K., Choi S., Oh, H. (2000.): A comparison of egg quality of pheasant, chukar, quail and guinea fowl. *Asian. Australas. Journal of Animal Science*, 13: 986-990.
18. Surai, P. F. and Speake, B.K. (2008.): The natural fatty acid compositions of eggs of wild birds and the consequences of domestication. *Wild-Type Food in Health Promotion and Disease Prevention: The Columbus Concept*, 121-137.
19. TIBCO Statistica® Document Management System 13.5.0
20. Tserveni-Goussi, A., Fortomaris, P. (2011.): Production and quality of quail, pheasant, goose and turkey eggs for uses other than human consumption. Y. Nys, M. Bain, F Van Immerseel (Eds.), Pages 509–537 in *Improving the Safety and Quality of Eggs and Egg Products*. Vol. 1. Egg Chemistry, Production and Consumption, Woodhead Publishing, Sawston, UK.

## SUMMARY

The research was conducted at the pheasant farm Božur in Satnica Đakovačka. Pheasants were kept in a closed building with the possibility of an outlet. For the purposes of the research, 120 common pheasant eggs, with brown and green shells, were sampled. Females laid eggs in early March, and egg sampling for analysis was carried out at the end of March and the beginning of May. During the first egg sampling in March, the pheasants were in the 5th week of laying, and when the eggs were sampled in May, they were in the 10th week of laying. The aim of the work was to assess the influence of the laying period on the quality of common pheasants' (*Phasianus colchicus*) breeding eggs from controlled breeding, as well as to determine the acids content fatty and cholesterol in egg yolks. Pheasants were fed a feed mixture balanced to 17.30% protein. Feeding and watering was *ad libitum*. For the purpose of research, various recognized scientific methods were used to determine the quality of eggs, the fatty acids content and cholesterol in egg yolks. The research found that the laying period affects egg weight, egg surface, shell mass, albumen weight, and weight, height and pH of yolk ( $P < 0.05$ ). The fatty acids content was uniform in both periods of analysis (March – May), with the fact that the values of myristic, palmitic and  $\Sigma$ SFA were significantly higher in eggs sampled in May compared to March, while the content of linoleic and total n-6 PUFA in that period was significantly lower ( $P < 0.05$ ). The laying period had no effect on other analyzed indicators ( $P > 0.05$ ). According to the research results, it can be concluded that the quality of breeding eggs of common pheasants from controlled breeding changes with regard to the laying period (March 5th week of laying and May 10th week of laying).

Key words: common pheasant, egg quality, cholesterol, fatty acid profile.