

LIDIA LEWKO, EWA GORNOWICZ

Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach
Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka
Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy

DODATKI POCHODZENIA ROŚLINNEGO W ŻYWIENIU KUR A CECHY FIZYCZNE SKORUPY JAJA

PLANT-DERIVED ADDITIVES IN CHICKEN DIETS
AS RELATED TO PHYSICAL PROPERTIES OF EGGSHELL

Streszczenie. Oszacowano wpływ żywienia ptaków standardowymi mieszankami paszowymi wzbogaconymi składnikami pochodzenia roślinnego na kształtowanie się jakości skorupy jaj wybranych krajowych mieszańców kur nieśnych. Nioski podzielono na trzy grupy żywieniowe: I grupa – pasza standardowa, II grupa – pasza standardowa + 5% suszonych ziół, III grupa – pasza standardowa + 5% świeżej zielonki. Wykazano, iż różnice w takich cechach jakości skorupy jaja, jak masa, gęstość i barwa nie były statystycznie istotne, natomiast były istotne różnice ($p \leq 0,05$) w przypadku grubości. Istotnie najcieńszą ($324,15 \mu\text{m}$) skorupę miały jaja kur z grupy I, czyli otrzymujące standardową mieszankę paszową, bez dodatków pochodzenia roślinnego. Różnica w stosunku do grupy II wynosiła $2,95 \mu\text{m}$, a w stosunku do grupy III – $1,97 \mu\text{m}$. Wykazano ponadto, że najbardziej wytrzymałymi, a więc najmniej odkształcającymi się ($27,19 \mu\text{m}$) skorupami charakteryzowały się jaja kur żywionych mieszanką paszową z dodatkiem 5% ziół (grupa II). Różnicę potwierdzono statystycznie ($p \leq 0,05$) w stosunku do grupy I, tj. kontrolnej, żywionej wyłącznie mieszanką paszową.

Słowa kluczowe: kura, skorupa, jakość, żywienie, dodatki pochodzenia roślinnego

Wstęp

Jajo, z uwagi na to, iż pełni funkcję odżywczą i reprodukcyjną, musi być skutecznie chronione przed uszkodzeniami mechanicznymi i wnikaniem drobnoustrojów. Skorupa, jako osłona jego treści, umożliwia wymianę gazową między rozwijającym się zarodkiem a środowiskiem zewnętrznym, stanowiąc zarazem źródło niezbędnych składników mineralnych do budowy kośćca pisklęcia (Solomon i in., 1994). Jakość skorupy jaja

ocenia się, uwzględniając m.in. jej masę, grubość, zdolność elastycznego odkształcenia, a także gęstość i wytrzymałość na zgniatanie. Na cechy te ma wpływ szereg czynników, tj.: wiek niosek, system ich utrzymania, ich pochodzenie, profilaktyka weterynaryjna oraz żywienie (Daghir, 2004; Nys, 1999; Roberts i Nolan, 1997; Vitorović i in., 1995; Washburn, 1982; Zhang i in., 2005).

Jakość skorupy jest istotnym czynnikiem mającym znaczenie w fizjologii rozrodu oraz w aspekcie ekonomicznym produkcji jaj jako produktu spożywczego. Dobra jakość skorupy jest kluczowa dla wyboru dokonywanego przez konsumentów oraz ich bezpieczeństwa, a tym samym ma podstawowe znaczenie dla producenta jaj. Skorupy cienkie łatwo ulegają stłuczeniu w czasie zbioru, sortowania jaj, a wylęgi z takich jaj są gorsze niż z jaj o grubszych skorupach, co może zwiększyć straty producentów. Cienka, mniej wytrzymała skorupa różni się od normalnej mniejszą masą, mniejszym oporem na nacisk, a przede wszystkim mniejszą grubością warstwy znajdującej się bezpośrednio pod kutykulą, czyli tzw. warstwy gąbczastej (wapiennej).

Wśród badań mających na celu określenie właściwości mechanicznych jaja analiza odkształcenia elastycznego skorupy, jako cechy łatwo mierzalnej, odgrywa ważną rolę w obiektywnej ocenie jej jakości. Należy ponadto zwrócić uwagę, iż ocena wytrzymałości skorupy poprzez pomiar jej odkształcenia elastycznego pozwala na przeprowadzenie badań bez jej uszkodzenia, co jest bardzo istotne w przypadku m.in. jaj wylęgowych.

Celem przeprowadzonych badań było oszacowanie wpływu żywienia na kształtowanie się jakości skorup jaj ptaków pochodzących od wybranych krajowych mieszańców kur nieśnych.

Material i metody

Materiał badawczy stanowiły skorupy jaj pochodzące od wybranych mieszańców użytkowych kur nieśnych siedmiu krajowych rodów: K-64, A-82, WJ-44, N-11, P-11, K-22 i A-33.

Rody te wykorzystano do uzyskania pięciu mieszańców kur nieśnych w typie ogólnoużytkowym, przeznaczonych do chowu przydomowego. Każda populacja doświadczalna liczyła 50 kur, po 10 ptaków w każdym stadzie mieszańców (10 ptaków × 5 stad). Utworzono grupy doświadczalne kur o dużej bioróżnorodności, która jest bardzo pożądana w chowie ekologicznym czy w gospodarstwach agroturystycznych. Kury w takim chowie, poza konwencjonalną mieszanką paszową, są żywione także paszami pochodzenia roślinnego, dlatego utworzono trzy grupy żywieniowe:

- I grupa doświadczalna niosek (50 sztuk) była żywiona mieszanką paszową typu DJ (energia metaboliczna 11,3 MJ/kg, białko ogólne 16,0%, włókno surowe do 4,5%, lizyna 0,78%, metionina 0,34%, wapń 3,7%, fosfor organiczny 0,44%),
- II grupa doświadczalna niosek (50 sztuk) była żywiona mieszanką paszową typu DJ (jw.) wzbogaconą 5-procentowym dodatkiem mieszanki suszonych ziół: szalwii (*Salvia L.* – liście), mięty (*Mentha L.* – liście) i majeranku (*Origanum majorana L.* – cała roślina) w stosunku 1:1:1,
- III grupa doświadczalna niosek (50 sztuk) była żywiona mieszanką paszową typu DJ (jw.) wzbogaconą 5-procentowym dodatkiem świeżej zielonki: koniczyny

(*Trifolium pratense* L. – cała roślina) i lucerny (*Medicago* L. – cała roślina) w stosunku 1 : 1.

Ogółem doświadczeniem objęto 150 ptaków.

Nioski były utrzymywane na ściółce (pomieszczenie zamknięte, bezokienne, wyposażone w automatyczne urządzenia do zadawania wody i paszy, karmidła, poidła, grzędę i gniazda, warunki środowiskowe w pełni kontrolowane, odpowiednia wentylacja i program świetlny). Ptaki przez cały okres badawczy były żywione do woli. Jaja do badań pobierano między 30. a 32. tygodniem życia kur, a dzięki gniazdom zatraskowym prowadzono ewidencję pochodzenia jaj. Z każdej grupy żywieniowej pobierano po 50 jaj (po 10 z poszczególnych pięciu populacji mieszańców). Można więc założyć, że wpływ pochodzenia kur na jakość skorupy jaja był we wszystkich grupach doświadczalnych taki sam, a cechę tę kształtowało przede wszystkim żywienie.

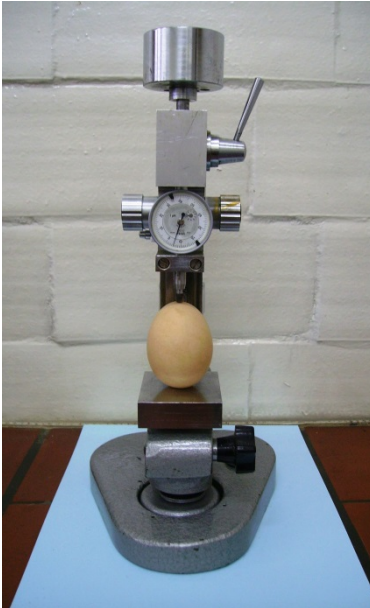
Za pomocą elektronicznego zestawu Egg Quality Micro-Technical (EQM) Services and Supplies Limited (Anglia) dokonano pomiaru masy skorupy (w gramach) i barwy (w procentach bieli). Grubość skorupy zmierzono mikrometrem Mitutoyo (Japonia) (rys. 1), a jej odkształcenie elastyczne – za pomocą manualnego aparatu firmy N.V. Marius (Utrecht, Holandia) (rys. 2). Tę ostatnią cechę oznaczono dla trzech punktów jaja: końca tępego, ostrego oraz boku. Ponadto na podstawie uzyskanych danych obliczono gęstość skorupy (w miligramach na 1 cm²).



Rys. 1. Pomiar grubości skorupy za pomocą mikrometru Mitutoyo (Japonia) (fot. L. Lewko)

Fig. 1. Measurement of eggshell thickness with micrometer Mitutoyo (Japan) (photo by L. Lewko)

Uzyskane wyniki poddano analizie statystycznej za pomocą programu *Statistica 6.0*, przeprowadzając jednoczynnikową analizę wariancji (Anova). Istotność różnic wartości średnich zweryfikowano testem Duncana na poziomie $\alpha = 0,05$. Obliczono korelacje pojedyncze między wybranymi cechami jakościowymi skorup jaj, a ich istotność oszacowano metodą t Studenta.



Rys. 2. Pomiar odkształcenia elastycznego skorupy za pomocą manualnego aparatu firmy N.V. Marius (Utrecht, Holandia) (fot. L. Lewko)
 Fig. 2. Measurement of eggshell deformation with manual apparatus N.V. Marius (Utrecht, The Netherlands) (photo by L. Lewko)

Wyniki

Cechy jakościowe skorup jaj doświadczalnych mieszańców użytkowych kur nieśnych przedstawiono w tabelach 1 i 2.

Tabela 1. Cechy fizyczne skorup jaj kur nieśnych trzech grup doświadczalnych w zależności od żywienia (wartości średnie \pm odchylenie standardowe)

Table 1. Eggshell physical traits of eggs from hens of three experimental groups depending on the feeding (mean values \pm standard deviation)

Cecha Trait	Grupa I Group I	Grupa II Group II	Grupa III Group III
Masa (g) Weight (g)	7,13 ^a \pm 0,69	7,10 ^a \pm 0,64	6,95 ^a \pm 0,78
Grubość (μ m) Thickness (μ m)	324,15 ^b \pm 25,12	327,10 ^a \pm 27,61	326,12 ^a \pm 30,85
Gęstość (μ m/cm ²) Density (μ m/cm ²)	97,38 ^a \pm 7,98	98,35 ^a \pm 8,28	97,30 ^a \pm 8,09
Barwa (% bieli) Colour (% of whiteness)	38,40 ^a \pm 6,22	37,57 ^a \pm 8,04	38,22 ^a \pm 6,47

Różne litery w wierszu oznaczają statystyczną istotność różnic ($p \leq 0,05$).

Different letters in row denote statistical significance of differences ($p \leq 0.05$).

Masa analizowanych skorup jaj ukształtowała się na poziomie od 6,95 g (grupa III, żywiona standardową mieszanką paszową z dodatkiem świeżej zielonki) do 7,13 g (grupa I, żywiona standardową mieszanką paszową bez dodatków) (tab. 1). Jaja kur pochodzących z grupy II, żywionej standardową mieszanką paszową wzbogaconą 5-procentowym dodatkiem mieszanki suszonych ziół, cechowały się skorupami o największej gęstości ($98,35 \mu\text{m}/\text{cm}^3$) przy jednocześnie najciemniejszym ich wybarwieniu (37,57% bieli). Różnice w analizowanych tu parametrach jakości skorupy jaja, czyli w masie, gęstości i barwie, nie były statystycznie istotne. Istotne różnice ($p \leq 0,05$) stwierdzono w przypadku kształtowania się grubości. Istotnie najcieńszą ($324,15 \mu\text{m}$) skorupę miały jaja kur z grupy I, czyli otrzymujące standardową mieszankę paszową bez dodatków pochodzenia roślinnego. Różnica wobec grupy II wynosiła $2,95 \mu\text{m}$, a wobec grupy III – $1,97 \mu\text{m}$. Odchylenie standardowe wskazuje na pewną zmienność analizowanych tu parametrów, wynikającą głównie ze zróżnicowanego pochodzenia kur. Szczególnie można to zaobserwować w przypadku barwy skorupy, cechy uwarunkowanej przede wszystkim filogenetycznym pochodzeniem ptaków.

Wyniki analizy wytrzymałości skorupy poprzez pomiar jej odkształcenia elastycznego w trzech punktach pomiarowych jaja przedstawiono w tabeli 2.

Tabela 2. Odkształcenie elastyczne skorup jaj kur nieśnych trzech grup doświadczalnych w zależności od żywienia (wartości średnie \pm odchylenie standardowe) (μm)

Table 2. Eggshell deformation of eggs from hens of three experimental groups depending on the feeding (mean values \pm standard deviation) (μm)

Miejsce Location	Grupa I Group I	Grupa II Group II	Grupa III Group III
Tępy koniec Blunt end	31,10 ^a \pm 6,08	28,99 ^b \pm 5,96	30,55 ^{ab} \pm 7,33
Ostry koniec Sharp end	18,98 ^a \pm 4,31	17,39 ^b \pm 4,64	18,57 ^{ab} \pm 5,96
Bok Side	31,50 ^a \pm 6,33	29,15 ^b \pm 5,77	31,00 ^{ab} \pm 7,09

Różne litery w wierszu oznaczają statystyczną istotność różnic ($p \leq 0,05$).

Different letters in row denote statistical significance of differences ($p \leq 0.05$).

Największą wartością współczynnika odkształcenia elastycznego analizowanych skorup cechował się bok jaja, tzw. równik, wartość ta kształtowała się na poziomie od $29,15 \mu\text{m}$ (grupa II) do $31,50 \mu\text{m}$ (grupa I). Ostry koniec jaja wyróżniał się, jak się należało spodziewać, najmniejszym odkształceniem elastycznym, wynoszącym od $17,39 \mu\text{m}$ (grupa II) do $18,98 \mu\text{m}$ (grupa I). Średnie wartości odkształcenia elastycznego wynosiły: dla grupy I – $27,19 \mu\text{m}$, dla grupy II – $25,17 \mu\text{m}$ i dla grupy III – $26,81 \mu\text{m}$. Potwierdzono różnice statystycznie istotne ($p \leq 0,05$) dla wartości odkształcenia elastycznego skorup jaj we wszystkich punktach pomiarowych między grupami I i II. Dla grupy III stwierdzono większą zmienność odkształcenia elastycznego skorupy we wszystkich punktach pomiarowych.

Wartości wybranych współczynników korelacji oraz ich istotność dla poszczególnych grup doświadczalnych obrazuje tabela 3. W grupie II stwierdzono korelacje istotnie ujemne między analizowanymi cechami jakościowymi skorup, które mieściły się w granicach od $-0,676^*$ (odkształcenie elastyczne \times grubość skorupy) do $-0,293^*$ (masa skorupy \times odkształcenie elastyczne na ostrym końcu jaja). W przypadku grupy III, istotne, a zarazem ujemne współczynniki korelacji uzyskano jedynie między odkształceniem elastycznym skorupy a jej grubością ($-0,712^*$) i gęstością ($-0,421^*$). Z kolei dla oszacowanych korelacji cech jakości skorupy w grupie I (kontrolna) współczynniki te ukształtowały się na niskim poziomie i jedynie w przypadku korelacji między odkształceniem elastycznym skorupy a jej grubością były istotnie ujemne ($-0,560^*$).

Tabela 3. Korelacje między odkształceniem elastycznym a wybranymi cechami jakościowymi skorup jaj kur nieśnych trzech grup doświadczalnych

Table 3. Correlations between deformation and chosen eggshell quality traits of eggs from hens of three experimental groups

Korelacja Correlation	Grupa I Group I	Grupa II Group II	Grupa III Group III
\times Masa skorupy \times Eggshell weight			
tępy koniec – blunt end	0,112	$-0,505^*$	$-0,205$
ostry koniec – sharp end	0,065	$-0,293^*$	$-0,198$
bok – side	0,125	$-0,498^*$	$-0,105$
\times Grubość \times Thickness	$-0,560^*$	$-0,676^*$	$-0,712^*$
\times Gęstość \times Density	0,011	$-0,606^*$	$-0,421^*$

*Korelacja statystycznie istotna na poziomie $p \leq 0,05$.

*Correlation statistically significant at the level of $p \leq 0.05$.

Dyskusja

Radwan i in. (2008), analizując wpływ dodatku tymianku, rozmarynu, oregano i kurkumy do mieszanki paszowej na masę oraz grubość pozyskanych skorup jaj, nie wykazali statystycznie istotnych różnic w zakresie badanych cech jakości skorupy. Również Ali i in. (2007) nie stwierdzili wpływu dodatku tymianku na cechy jakości skorupy, a Ghasemi i in. (2010) – na jej grubość. W naszym doświadczeniu także nie wykazano istotnego wpływu stosowania dodatku ziół lub zielonki w żywieniu kur na kształtowanie się masy, barwy i gęstości skorupy, wykazano natomiast istotny ($p \leq 0,05$) wpływ tych dodatków na zwiększenie się grubości skorupy (o 1%).

Także Botsoglou i in. (2005), po przebadaniu skorup jaj pochodzących od 32-tygodniowych niosek lohmann żywionych mieszankami paszowymi wzbogaconymi dodat-

kiem rozmarynu, dodatkiem oregano oraz dodatkiem szafranu, wykazali nieznaczny wpływ dwóch pierwszych składników na grubość skorupy, która w obu przypadkach była na identycznym poziomie: 0,37 mm. Wpływu takiego nie wykazano w przypadku wzbogacenia mieszanki paszowej szafranem – grubość skorupy (0,36 mm) była równa grubości jaj skorup ptaków żywionych kontrolną mieszanką paszową. Podobne rezultaty uzyskał zespół Liu i in. (2009), który w doświadczeniu na 28-tygodniowych nioskach lohmann brown żywionych mieszanką paszową z udziałem wyciągu z ziół w ilości 0,3% i 1,0% (liść morwy, wiciokrzew japoński oraz złotnica) dowiódł również nieznacznego ich wpływu na grubość skorup jaj. W przypadku 1-procentowego dodatku wyciągu z ziół grubość skorupy wyniosła 0,34 mm, a w przypadku dodatku wyciągu z ziół w ilości 0,3% – grubość ta wyniosła 0,33 mm i była identyczna jak w grupie kontrolnej.

Z kolei zespół Lim i in. (2006), po przeanalizowaniu żywienia 50-tygodniowych niosek hy-line brown mieszanką paszową wzbogaconą dodatkiem czosnku, nie wykazał jej wpływu na analizowane cechy jakości skorup. Grupa kontrolna niosek żywiona mieszanką paszową bez udziału czosnku cechowała się jajami o największej wytrzymałości (3,96 kg/cm²) i grubości (35,76 μm) w porównaniu ze skorupami jaj niosek żywionych mieszankami paszowymi z udziałem czosnku w ilości 1%, 3% oraz 5%.

W badaniach własnych wykazano, że najbardziej wytrzymałe, a więc najmniej odkształcające się (27,19 μm) skorupy miały jaja kur żywionych mieszanką paszową z dodatkiem 5% ziół (grupa II). Różnicę potwierdzono statystycznie ($p \leq 0,05$) w stosunku do grupy I (kontrolnej), żywionej wyłącznie mieszanką paszową.

Wnioski

1. Na podstawie badań własnych stwierdzono, iż 5-procentowy dodatek ziół może być zastosowany w żywieniu kur nieśnych w celu poprawy jakości skorupy jaja, w tym jej grubości i wytrzymałości.

2. Analiza danych piśmiennictwa i wyników badań własnych wskazuje, że jakość skorupy jaj kur może być kształtowana poprzez żywienie z udziałem w standardowej paszy dodatków pochodzenia roślinnego w stanie suszonym (zioła) i świeżym (zielonka), jednakże efektywność ich działania może być różna i w dużej mierze zależy od zawartości w nich substancji czynnych oraz ich składu chemicznego.

Literatura

- Ali, M. N., Hassan, M. S., Abd El-Ghany, F. A. (2007). Effect of strain, type of natural antioxidant and sulphate ion on productive, physiological and hatching performance of native laying hens. *Int. J. Poult. Sci.*, 6, 8, 539–554.
- Botsoglou, N., Florou-Paneri, P., Botsoglou, E., Dotas, V., Giannenas, I., Koidis, A., Mitrakos, P. (2005). The effect of feeding rosemary, oregano, saffron and α -tocopheryl acetate on hen performance and oxidative stability of eggs. *South Afr. J. Anim. Sci.*, 35, 3, 143–151.

- Daghir, N. J. (2004). Nutritional strategies to reduce heat stress in laying hens. W: XXII World's Poultry Congress, Istanbul, Turkey, June 8–13, Book of Abstracts (s. 289). [Full text electrically published in CD format].
- Ghasemi, R., Zarei, M., Torki, M. (2010). Adding medicinal herbs including garlic (*Allium sativum*) and thyme (*Thymus vulgaris*) to diet of laying hens and evaluating productive performance and egg quality characteristics. *Am. J. Anim. Vet. Sci.*, 5, 2, 151–154.
- Lim, K. S., You, S. J., An B. K., Kang, C. W. (2006). Effects of dietary garlic powder and copper on cholesterol content and quality characteristics of chicken eggs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 19, 4, 582–586.
- Liu, X. D., Jang, A., Lee, B. D., Lee, M., Jo, C. (2009). Effect of dietary inclusion of medicinal herb extract mix in a poultry ration on the physico-chemical quality and oxidative stability of eggs. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 22, 3, 421–427.
- Nys, Y. (1999). Nutritional factors affecting eggshell quality. *Czech J. Anim. Sci.*, 44, 3, 135–143.
- Radwan, N., Hassan, R. A., Qota, E. M., Fayek, H. M. (2008). Effect of natural antioxidant on oxidative stability of eggs and productive and reproductive performance of laying hens. *Int. J. Poult. Sci.*, 7, 2, 134–150.
- Roberts, J. R., Nolan, J. V. (1997). Egg and eggshell quality in five strains of laying hens and the effect of calcium source and hen age. W: J. Kijowski, J. Pikul (red.), Eggs and egg products quality: proceedings of the VII European Symposium on the Quality of Eggs and Egg Products, 21–26.09.1997, Poznań (s. 38–44). Poznań: World Poultry Science Association Polish Branch.
- Solomon, S. E., Bain, M. M., Cranstoun, S., Nascimento, V. (1994). Hens egg shell structure and function. W: R. G. Board, R. Fuller (red.), Microbiology of the avian egg (s. 1–24). London: Chapman and Hall.
- Vitorović, D., Pavlovski, Z., Nikolovski, J., Đurđević, Z., Todorović, M. (1995). Kvalitet ljuske i dalje aktuelan problem savremenog živinarstva. *Biotechnol. stočarstv.*, 11, 3–6, 301–306.
- Washburn, K. W. (1982). Incidence, cause, and prevention of egg shell breakage in commercial production. *Poult. Sci.*, 61, 2005–2012.
- Zhang, L. C., Ning, Z. H., Xu, G. Y., Hou, Z. C., Yang, N. (2005). Heritabilities and genetic and phenotypic correlations of egg quality traits in brown-egg dwarf layers. *Poult. Sci.*, 84, 8, 1209–1213.

PLANT-DERIVED ADDITIVES IN CHICKEN DIETS AS RELATED TO PHYSICAL PROPERTIES OF EGG SHELL

Summary. The aim of the study was to estimate the impact of the laying hen standard diet with the addition of plant-derived preparation on eggshell quality from selected Polish layer hybrids. The experimental layers were divided into three feeding groups (group I – standard diet, group II – standard diet + 5% dried herbs, group III – standard diet + 5% fresh forage). It was shown that the differences in the quality characteristics of eggshell: weight, density and colour were not statistically significant, whereas such differences ($p \leq 0.05$) were confirmed in the case of the thickness. In fact the thinnest (324.15 μm) eggshell had laying hens from group I – fed standard diet without plant-derived additives. Difference in comparison to group II was 2.95 μm and in relation with group III – 1.97 μm . Moreover, it was demonstrated that the most durable thus undergoing smallest deformation (27.19 μm) were eggshells from laying hens fed standard diet

Lewko, L., Gornowicz, E. (2015). Dodatki pochodzenia roślinnego w żywieniu kur a cechy fizyczne skorupy jaja. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 2, #27. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.2.27

with the addition of 5% dried herbs (group II). The difference was confirmed statistically ($p \leq 0.05$) in relation with group I, that is control group fed only standard diet.

Key words: hen, eggshell, quality, nutrition, plant-derived additives

Adres do korespondencji – Corresponding address:

Lidia Lewko, Stacja Zasobów Genetycznych Drobiu Wodnego w Dworzyskach, Zakład Doświadczalny Kołuda Wielka, Instytut Zootechniki – Państwowy Instytut Badawczy, 62-035 Kórnik, Poland, e-mail: lidia.lewko@izoo.krakow.pl

Zaakceptowano do opublikowania – Accepted for publication:

3.02.2015

Do cytowania – For citation:

Lewko, L., Gornowicz, E. (2015). Dodatki pochodzenia roślinnego w żywieniu kur a cechy fizyczne skorupy jaja. *Nauka Przyr. Technol.*, 9, 2, #27. DOI: 10.17306/J.NPT.2015.2.27