

# Wpływ dostępu do zielonego wybiegu na jakość jaj spożywczych

## Effect of the green range to the quality of eggs

Magdalena Dykiel<sup>1</sup>, Zofia Sokołowicz<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Państwowa Wyższa Szkoła Zawodowa w Krośnie, Instytut Zdrowia i Gospodarki, Zakład Produkcji i Bezpieczeństwa Żywności, Rynek 1, 38-400 Krosno, e-mail: magdalena.dykiel@pwsz.krosno.pl, <sup>2</sup>Uniwersytet Rzeszowski, Wydział Biologiczno-Rolniczy, Katedra Produkcji Zwierzęcej i Oceny Produktów Drobiarskich, Rzeszów, ul. M. Ćwiklińskiej 2, 35-601 Rzeszów

---

**Słowa kluczowe:** system chowu, jakość jaj, barwa żółtka, masa jaj

**Key words:** housing system, egg quality, egg yolk color, mass of eggs

---

### Streszczenie

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu systemu utrzymania (ściółkowego, wybiegowego i ekologicznego) na masę jaj oraz intensywność barwy żółtka. System wolno-wybiegowy i ekologiczny sprzyja pozyskiwaniu jaj o intensywniejszej barwie żółtka i większej ich masie. Większa masa jaj, intensywniejsza barwa żółtka, świadczą o korzystnym wpływie dostępu do zielonego wybiegu na jakość jaj.

### Summary

The aim of the conducted research was to assess the impact of the maintenance system (barn, free range and organic) on the mass of eggs and the intensity of yolk color. The free range and organic system is conducive to obtaining eggs with a more intense color of yolk and a higher weight. The higher weight of eggs, the more intensive color of the yolk, testify to the beneficial effect of access to the green range on egg quality.

### Wstęp

Współcześnie jaja spożywcze kierowane do sprzedaży są oznakowane literowo-liczbowym kodem, którego pierwsza cyfra informuje z jakiego systemu jajo pochodzi. Konsumenci mają więc możliwość zakupu jaj z preferowanego przez nich systemu chowu. Zakup jaj z preferowanego systemu chowu wią-

że się najczęściej z przekonaniem, że jaja z tego systemu charakteryzują się najlepszą jakością. Jakość jaj jest często postrzegana subiektywnie i różnie rozumiana przez konsumentów, ale większość za istotne uważa masę oraz intensywność barwy żółtka. Masa jaj jest podstawą ich klasyfikacji wagowej w obrocie handlowym. Wyróżnia się cztery kategorie wagowe jaj: XL – bardzo duże o masie  $\geq 73$  g, L – duże o masie od 63 g do 72 g, M – średnie o masie od 53 g do 62 g oraz S – jaja małe o masie poniżej 53 g [1, 2] a informacja o masie jaj jest umieszczona na opakowaniu jednostkowym.

Masa jaj jest kształtowana przez żywienie niosek [3, 4, 5] oraz warunki środowiskowe [6, 7, 8]. Stwierdzono także wpływ systemu chowu [9, 10] pochodzenia genetycznego (rasy) kur [11, 12, 13] oraz wieku niosek [14, 15, 16, 17] na masę jaj. Liczne badania dowodzą, że masa jaj zależy od cech genetycznych [13, 17, 18, 19] oraz wieku niosek [20, 21, 22].

Wyniki badań naukowych dotyczące wpływu systemu chowu na masę jaj nie są jednoznaczne. W niektórych badaniach stwierdzono większą masę jaj od kur z chowu klatkowego niż z chowu ściółkowego [22] czy z woliery [23], z kolei Küçükyılmaz i wsp. [17] oraz Dalle Zotte [24] jaja o większej masie uzyskali od kur z chowu ekologicznego i wolno-wybiegowego niż ściółkowego.

W opinii konsumentów intensywność barwy żółtka jest ważnym parametrem jakości jaj. Preferowany kolor żółtka mieści się zazwyczaj w zakresie zabarwienia żółtego, intensywnie żółtego, jasnopomarańczowego i pomarańczowego. Zabarwienie to odpowiada w przybliżeniu punktacji 7, 9, 12 i 14–15 w 15-punktowej skali La Roche. Potrzeby konsumenta względem intensywności zabarwienia żółtka jaj spożywczych wynikają z jego upodobań estetycznych oraz potrzeb przetwórstwa i piekarnictwa. Wybarwienie żółtka jaj zależy bezpośrednio od obecności w paszy stosowanej w żywieniu niosek żółtych i czerwonych ksantofili. Na barwę żółtka w głównym stopniu wpływa ksantofil, luteina oraz zeaksantyna [18, 25] zawarte w zielonych częściach roślin oraz w kwiatach, owocach i korzeniach niektórych roślin. Mniejsze znaczenie ma natomiast  $\beta$ -karoten z uwagi na jego przemianę w organizmie do witaminy A, co wiąże się z utratą właściwości pigmentujących.

W wielu badaniach naukowych stwierdzono wpływ systemu chowu na barwę żółtka. Intensywniejszą barwę żółtka jaj z chowu wybiegowego niż z chowu klatkowego stwierdził Karadas i wsp. [26] oraz Petek i wsp. [27]. Zdaniem Hammershøj i Steefedt [28], na wybiegu nioski mogą pobrać 60–170 g zielonki/ptaka/dzień zasobnej w barwniki karotenoidowe, zaś badania Horsted i wsp. [29] dowiodły, że rośliny pobierane na wybiegu wpływają korzystnie na barwę żółtka. Również według Castellini i wsp. [30], Egerer i Grashorn [31]

oraz Krawczyk [32] wolno-wybiegowy i ekologiczny system chowu sprzyja pozyskiwaniu jaj o intensywniejszej barwie żółtka.

Celem przeprowadzonych badań była ocena wpływu systemu chowu na masę jaj oraz intensywność barwy żółtka jaj.

### **Materiał i metody badań**

Materiał badawczy stanowiły jaja pozyskane od kur utrzymywanych w warunkach chowu ściółkowego, wybiegowego oraz w warunkach chowu ekologicznego.

Kury z grupy pierwszej utrzymywano na ściółce, bez dostępu do wybiegu przy obsadzie 6 szt./m<sup>2</sup> i żywiono paszą standardową dla kur nieśnych. Grupę drugą stanowiły nioski utrzymywane na ściółce ze swobodnym dostępem do wybiegu o powierzchni 4 m<sup>2</sup> na kurę i żywione paszą standardową dla kur nieśnych. Kury grupy trzeciej utrzymywano przy obsadzie 5 m<sup>2</sup> na kurę i żywiono zgodnie z wymogami chowu ekologicznego. Mieszanki paszowe stosowane w żywieniu niosek wszystkich badanych grup nie zawierały barwników paszowych dla poprawy intensywności barwy żółtka.

W ocenie jakości jaj uwzględniono masę jaja [g] oraz barwę żółtka (w skali La Roche'a). Barwę żółtka w skali La Roche'a mierzono aparatem EQM (*Egg Quality Measurements*) firmy TSS. Aparat EQM barwę żółtka mierzy kolorymetrem uwzględniającym 15-punktową skalę barwy La Roche'a.

Uzyskane wyniki zestawiono i poddano weryfikacji statystycznej za pomocą programu Statistica, wersja 13.3 (StatSoft). Istotność różnic pomiędzy średnimi w grupach szacowano stosując wielokrotny test rozstępu Duncana. Różnice przyjęto jako statystycznie istotne przy poziomie istotności  $P < 0,05$ , zaś wysoko istotne przy  $P < 0,01$ .

### **Wyniki i dyskusja**

Przeprowadzone badania wykazały wpływ systemu chowu na masę jaj. Jaja od niosek z chowu ekologicznego charakteryzowały się większą masą w porównaniu z masą jaj od niosek utrzymywanych w systemie ściółkowym (Tabela 1). Wpływ systemu utrzymania na masę jaj był szczególnie wyraźny w okresie jesiennym i wiosenno-letnim, kiedy kury utrzymywane w chowie wybiegowym i ekologicznym, znosiły jaja o większej masie niż nioski utrzymywane na ściółce. Większą masę jaj z chowu wybiegowego i ekologicznego można wiązać z dostępem niosek do wybiegu, na którym w okresie jesiennym (26. tydzień), jak i wiosenno-letnim (56. tydzień),

mogły uzupełniać dietę. Zdaniem Borowiec i wsp. [33], zielone wybiegi zasobne w różne bezkręgowce glebowe, w tym dżdżownice, są bogate w składniki pokarmowe i mogą być dodatkowym źródłem białka dla kur. Horsted i wsp. [29] stwierdzili, że na wybiegu nioski mogą pobrać 60–120 g zielonki/ptaka/dzień. Zielonka pobierana na wybiegu oraz inne pasze objętościowe, np. warzywa, mogą dostarczyć kurom dodatkowych składników odżywczych [34, 35]. Zbliżoną masę jaj od kur objętych badaniem w okresie zimowym (42. tydzień) można wiązać z ograniczonym (ze względu na krótki dzień, niskie temperatury i opady śniegu) korzystaniem kur z wybiegu oraz jego małą zasobnością w okresie zimowym. W literaturze naukowej ostatnich lat wyniki oceny wpływu systemu chowu na masę jaj są zróżnicowane. Badania Tactacan i wsp. [36], Stanley i wsp. [37], Kühn i wsp. [38] oraz Onbasilar i wsp. [39] nie wykazały wpływu systemu utrzymania na masę jaj, natomiast Küçükyılmaz i wsp. [17] stwierdzili, że masa jaj od kur ras brązowych z chowu ekologicznego była większa niż z chowu konwencjonalnego, natomiast od kur ras białych z chowu ekologicznego i konwencjonalnego masa jaj była podobna. Również Dalle Zotte i wsp. [24] w swoich badaniach wykazali, że jaja z chowu ekologicznego charakteryzowały się większą masą niż z chowu ściółkowego.

**Tabela 1.** Wpływ systemu utrzymania na masę jaj [g]  
**Table 1.** Effect of housing system on the mass of eggs [g]

Wiek niosek (tydzień życia)	System chowu			SEM	Wpływ		
	ściółkowy	wybiegowy	ekologiczny		S	W	S x W
26	<sup>xx</sup> 52,91±3,55 <sup>aA</sup>	<sup>xx</sup> 53,38±4,59 <sup>aA</sup>	<sup>xx</sup> 55,91±4,75 <sup>bB</sup>	0,21	P<0,05	P<0,05	P<0,05
42	<sup>yY</sup> 54,55±3,94 <sup>aA</sup>	<sup>yY</sup> 56,37±5,68 <sup>b</sup>	<sup>yY</sup> 57,68±5,91 <sup>bB</sup>				
56	<sup>zz</sup> 60,10±3,85 <sup>a</sup>	<sup>zz</sup> 58,48±5,42 <sup>b</sup>	<sup>yY</sup> 60,24±5,25 <sup>a</sup>				
26–56	55,84±4,87 <sup>aA</sup>	56,23±5,65 <sup>aA</sup>	57,85±5,58 <sup>bB</sup>				

**Objaśnienia:**

S – system chowu, W – wiek niosek, S x W – interakcja

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie (P<0,01)

x, y, z – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P<0,05)

X, Y, Z – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P<0,01)

Przeprowadzone badania wykazały, że barwa żółtka jaj pozyskanych z chowu ekologicznego i wybiegowego była bardziej intensywna niż z chowu ściółkowego (Tabela 2). Intensywniejsze wybarwienie żółtka w początkowym

i końcowym okresie nieśności można wiązać z dostępem kur do wybiegu, na którym w okresie jesiennym (26. tydzień) i wiosennym (56. tydzień) nioski mogły pobierać trawę i zioła. Zdaniem Hammershøj i Steefeldt [28], na wybiegu nioski mogą pobrać 60–170 g zielonki/ptaka/dzień zasobnej w barwniki karotenoidowe, zaś badania Horsted i wsp. [29] dowiodły, że rośliny pobierane na wybiegu wpływają korzystnie na barwę żółtka. Również badania Karadas i wsp. [26] wykazały, że jaja od kur z chowu wybiegowego mają wyższy poziom karotenoidów w żółtku niż jaja od kur utrzymywanych bez dostępu do wybiegu. W badaniach własnych intensywność barwy żółtka jaj z chowu ekologicznego była większa niż z chowu ściółkowego. Badania barwy żółtek jaj pochodzących z różnych systemów utrzymania, sprzedawanych na terenie Hiszpanii i Portugalii wykazały, że jaja z chowu alternatywnego były bledsze i o bardziej zmiennej barwie [40]. Również w badaniach Terčič i wsp. [41] kury z chowu ekologicznego składały jaja o mniejszej intensywności barwy żółtka niż kury utrzymywane w klatkach. Odmiennie wyniki badań własnych, tj. intensywniejsza barwa żółtka jaj z chowu wybiegowego i ekologicznego niż z chowu ściółkowego wynikają prawdopodobnie z faktu, że w badaniach własnych kury we wszystkich systemach chowu żywiono paszą bez dodatku barwników. Holt i wsp. [18] zauważyli, że zarówno zielonka na wybiegu jak i komponenty paszy różnią się w zależności od regionu, w którym prowadzony jest chów niosek, co może być potencjalną przyczyną różnic barwy żółtka z chowu wybiegowego. W badaniach własnych jaja od kur z chowu ekologicznego charakteryzowały się intensywniejszą barwą żółtka, co może być skutkiem zasobniejszego w zielonkę i większego wybiegu w gospodarstwie ekologicznym. Van Ruth i wsp. [42] stwierdzili odmienny profil karotenoidów w jajach z chowu ekologicznego niż w jajach z chowu wolno-wybiegowego i ściółkowego i stwierdzili, że jest to prawdopodobnie skutek zakazu stosowania syntetycznych karotenoidów w chowie ekologicznym. W ich opinii różnice w profilu karotenoidów w żółtku jaj mogą być wiarygodnym sposobem identyfikacji ewentualnych oszustw dotyczących pochodzenia jaj z chowu ekologicznego. W przeprowadzonych badaniach własnych, w okresie zimowym (42. tydzień), jaja z chowu wybiegowego i ekologicznego charakteryzowały się mniej intensywnym wybarwieniem żółtka, co można tłumaczyć krótszym czasem spędzonym przez nioski na wybiegu i niekorzystnymi warunkami klimatycznymi, które uniemożliwiały nioskom pobieranie zielonki na wybiegu.

**Tabela 2.** Wpływ systemu utrzymania na intensywność barwy żółtka [pkt. w skali La Roche'a]  
**Table 2.** Effect of housing system on the intensity of yolk color [La Roche'a point]

Wiek niosek (tydzień życia)	System chowu			SEM	Wpływ		
	ściółkowy	wybiegowy	ekologiczny		S	W	S x W
26	7,01±1,06 <sup>aA</sup>	<sup>xx</sup> 8,11±0,99 <sup>bB</sup>	<sup>xx</sup> 9,29±1,46 <sup>cC</sup>	0,06	P<0,05	P<0,05	P<0,05
42	7,02±1,27 <sup>aA</sup>	<sup>xx</sup> 7,89±0,99 <sup>bB</sup>	<sup>y</sup> 8,37±1,41 <sup>cB</sup>				
56	7,01±1,12 <sup>aA</sup>	<sup>y</sup> 8,83±0,81 <sup>bB</sup>	<sup>zz</sup> 10,40±0,72 <sup>cC</sup>				
26-56	7,02±1,15 <sup>aA</sup>	8,31±1,01 <sup>bB</sup>	9,31±1,50 <sup>cC</sup>				

### Objaśnienia:

S – system chowu, W – wiek niosek, S x W – interakcja

a, b – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie (P<0,05)

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie (P<0,01)

x, y, z – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P< 0,05)

X, Y, Z – wartości w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P<0,01)

## Wnioski

Wyniki przeprowadzonych badań pozwalają na sformułowanie następujących stwierdzeń i wniosków:

- system utrzymania niosek miał wpływ na masę jaj oraz intensywność barwy żółtka,
- większa masa jaj, intensywniejsza barwa żółtka, świadczą o korzystnym wpływie dostępu do zielonego wybiegu na jakość jaj.

## Literatura

- [1] Rozporządzenie Komisji (WE) nr 589/2008 z dnia 23 czerwca 2008r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonywania rozporządzenia Rady (WE) nr 1234/2007 w sprawie norm handlowych w odniesieniu do jaj.
- [2] Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego Rady (UE) nr 1308/2013 z dnia 17 grudnia 2013 r. w sprawie norm handlowych w odniesieniu do jaj.
- [3] Horsted K., Hammershøj M., Allesen-Holm B.H., Effect of grass-clover forage and whole-wheat feeding on the sensory quality of eggs, *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 2010, 90, s. 343–348.
- [4] Hammershøj M., Steinfeldt S., The effects of kale (*Brassica oleracea* ssp. *acephala*), basil (*Ocimum basilicum*) and thyme (*Thymus vulgaris*) as forage material in organic egg production on egg quality, *British Poultry Science*, 2012, 53 (2), s. 245–256.
- [5] Niemiec J., Riedel J., Szulc T., Stepińska M., Feeding wheat distillers dried grains with solubles (DDGS) to laying hens and its effect on performance and egg quality, *Annals of Animal Science*, 2012, 12, s. 105–115.
- [6] Krawczyk J., Quality of eggs from Polish native Greenleg Partridge chicken-hens maintained in organic vs. backyard production systems, *Animal Science Papers and Reports*, 2009, 27(3), s. 227–235.
- [7] Sarica M., Boga S., Yamak U.S., The effects of space allowance on egg yield, egg quality and plumage condition of laying hens in battery cages, *Czech Journal of Animal Science*, 2008, 53, s. 345–353.

- [8] Hammershøj M., Organic and free-range egg production. [w:] Nys, Y., Bain, M., Van Immerseel, F. (Eds.), Improving the safety and quality of eggs and egg products, Egg Chemistry, Production and Consumption, Woodhead Publishing Limited, Cambridge, 2011, s. 463–486.
- [9] Lichovníková M., Zeman L., Effect of housing system on the calcium requirement of laying hens and on eggshell quality, Czech Journal of Animal Science, 2008, 4, s. 162–168.
- [10] Wang X.L., Zheng J.X., Ning Z.H., Qu L.J., Xu G.Y., Yang N., Laying performance and egg quality of blue-shelled layers as affected by different housing systems, Poultry Science, 2009, 88, s. 1485–1492.
- [11] Hammershøj M., Steinfeldt S., Organic egg production. II: The quality of organic eggs is influenced by hen genotype, diet and forage material analyzed by physical parameters, functional properties and sensory evaluation, Animal Feed Science and Technology, 2015, 208, s. 182–197.
- [12] Hanusová E., Hrnčár E., Hanus A., Oravcová M., Effect of breed on some parameters of egg quality in laying hens, Acta Fytotechnica et Zootechnica, 2015, 18(1), s. 20–24.
- [13] Haunshi S., Doley S., Kadirvel G., Comparative studies on egg, meat, and semen qualities of native and improved chicken varieties developed for backyard poultry production, Tropical Animal Health and Production, 2010, 42, s. 1013–1019.
- [14] Calik J., Ocena jakości jaj sześciu ras kur nieśnych w zależności od ich wieku, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość, 2011, 78, s. 85–93.
- [15] Calik J., Produkcyjność i jakość jaj kur nieśnych Sussex (S-66) w pierwszym i drugim roku użytkowania, Wiadomości Zootechniczne, 2016, 1, s. 36–43.
- [16] Küçükylmaz K., Bozkurt M., NurHerken E., Çınar M., Effects of rearing systems on performance, egg characteristics and immune response in two layer hen genotype, Asian-Australasian Journal of Animal Sciences, 2012, 25(4), s. 559–568.
- [17] Holt P.S., Davies R.H., Dewulf J., Gast R.K., Huwe J.K., Jones D.R., Waltman D., Willian K.R., The impact of different housing systems on egg safety and quality, Poultry Science, 2011, 90, s. 251–262.
- [18] Rizzi C., Marangon A., Quality of organic eggs of hybrid and Italian breed hens, Poultry Science, 2012, 91, s. 2330–2340.
- [19] Ferrante V., Lolli S., Vezzoli G., Guidobono Cavalchini L., Effects of two different rearing systems (organic and barn) on production performance, animal welfare traits and egg quality characteristics in laying hens, Italian Journal of Animal Science, 2009, 8, s. 165–174.
- [20] Simčič M., Stibilj V., Holcman A., The cholesterol content of eggs produced by the Slovenian autochthonous Styrian hen, Food Chemistry, 2009, 114, s. 1–4.
- [21] Samiullah S., Roberts J.R., Chousalkar K., Oviposition time, flock age, and egg position in clutch in relation to brown eggshell color in laying hens, Poultry Science, 2016, 95(9), s. 2052–2057.
- [22] Jones D.R., Karcher D.M., Abdo Z., Effect of a commercial housing system on egg quality during extended storage, Poultry Science, 2014, 93, s. 1282–1288.
- [23] Dalle Zotte A., Sartori A., Bordesani V., Physical egg quality from organic versus conventional laying hens. Proc. XV Eur. Symp. on the quality of eggs and egg products, Bergamo. Bergamo 15–19 September 2013.
- [24] Dudek M., Rabsztyn A., Egg quality of dual-purpose hens intended for small-scale farming, Acta Scientiarum Polonorum Zootechnica, 2011, 10(1), s. 3–12.
- [25] Karadas F., Wood N.A.R., Surai P.F., Sparks N.H.C., Tissue-specific distribution of carotenoids and vitamin E in tissues of newly hatched chicks from various avian species, Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular and Integrative Physiology, 2005, 140, s. 506–511.
- [26] Petek M., Alpay F., Gezen S.S., Çibik R., Effects of housing system and age on early stage egg production and quality in commercial laying hens, Kafkas Üniversitesi Veteriner Fakültesi Dergisi, 2009, 15(1), s. 57–62.

- [27] Hammershøj M., Steinfeldt S., Effects of blue lupin (*Lupinus angustifolius*) in organic layer diets and supplementation with foraging material on egg production and some egg quality parameters, *Poultry Science*, 2005, 84, s. 723–733.
- [28] Horsted K., Hammershøj M., Hermansen J.E., Short-term effects on productivity and egg quality in nutrient-restricted versus non-restricted organic layers with access to different forage crops, *Acta Agriculture Scandinavica Section A: Animal Science*, 2006, 56, s. 42–54.
- [29] Castellini C., Perella F., Mugnai C., Bosco Dal A., Welfare, productivity and quality traits of egg in laying hens reared under different rearing systems. XII Eur. Poultry Conf., Verona-Italy 10–14, 2006, poz. 10705.
- [30] Egerer U., Grashorn M.A., Integrated assessment of egg quality by biophoton measurement (Ganzheitliche Beurteilung der Lebensmittelqualität: Die Biophotonenmessung bei Hühnereiern), *Tierärztliche Umschau*, 2008, 63(3), s. 150–158.
- [31] Krawczyk J., Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids, *Annals of Animal Science*, 2009, 9(2), s. 185–193.
- [32] Borowiec F., Rościszewska M., Popek W., Łapiński S., Skład chemiczny eiseniafetida (Sav.). The chemical composition of the eiseniafetida (Sav.), *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 2001, 12, s. 357–363.
- [33] Steinfeldt S., Kjaer J.B., Engberg R.M., Effect of feeding silages or carrots as supplements to laying hens on production performance, nutrient digestibility, gut structure, gut microflora and feather pecking behavior, *British Poultry Science*, 2007, 48, s. 454–468.
- [34] Steinfeldt S., Hammershøj M., Challenges in organic egg-production related to the nutritional quality of foraging material and introduction of 100% organic feeding. Proc. 17th Eur. Symp. Poult. Nutr., 2009, 185.
- [35] Tactacan G.B., Guenter W., Lewis N.J., Rodriguez-Lecompte J.C., House J.D., Performance and welfare of laying hens in conventional and enriched cages, *Poultry Science*, 2009, 88, s. 698–707.
- [36] Stanley V.G., Nelson D., Daley M.B., Evaluation of two laying systems (floor vs. cage) on egg production, quality, and safety, *Agrotechnology*, 2013, 2, s. 100–109.
- [37] Kühn J., Schutkowski A., Kluge H., Hirche F., Stangl G., Free-range farming: A natural alternative to produce vitamin D-enriched eggs, *Nutrition*, 2014, 30, s. 481–484.
- [38] Onbasilar E.E., Unal N., Erdem E., Kocakaya A., Yaranoglu B., Production performance, use of nest box, and external appearance of two strains of laying hens kept in conventional and enriched cages, *Poultry Science*, 2015, 94, s. 1–6.
- [39] Martínez-Alesón R., Hamelin C., Estudio de huevos de gallina adquiridos en supermercados de distintas regiones en la península Ibérica: Etiquetado, precio y color de la yema. Proc. LI Scientific Symposium WPSA's Spanish Branch, Valencia, 2014, <http://www.wpsaaeca.com>
- [40] Terčič D., Žlender B., Holcman A., External, internal and sensory qualities of table eggs as influenced by two different production systems, *Agro-knowledge Journal University of Banjaluka, Faculty of Agriculture*, 2012, 13, s. 555–562.
- [41] Van Ruth S., Alewijn M., Rogers K., Newton-Smith E., Tena N., Bollen M., Koot, A., Authentication of organic and conventional eggs by carotenoid profiling, *Food Chemistry*, 2011, 126, s. 1299–1305.

Do cytowania:

Dykiel M., Sokołowicz Z., Wpływ dostępu do zielonego wybiegu na jakość jaj spożywczych, *Herbalism*, 2019, 1(5), s. 111–118.