

MAŁGORZATA GUMUŁKA, KRZYSZTOF ANDRES, JÓZEFA KRAWCZYK,  
JOLANTA CALIK, EWELINA WĘSIERSKA, KATARZYNA NIEMCZYŃSKA

### WPLYW WIEKU NIOSEK I WARUNKÓW PRZECHOWYWANIA NA JAKOŚĆ JAJ KUR RASY CZUBATKA POLSKA

#### Streszczenie

Celem pracy była ocena wpływu wieku niosek i warunków przechowywania jaj na wybrane cechy fizyczne, fizykochemiczne oraz parametry mikrobiologiczne jaj kur rasy czubotka polska. Ptaki utrzymywano na ściółce z dostępem do wybiegu. W żywieniu stosowano *ad libitum* standardową mieszankę dla niosek. Jaja do analiz pobrano w 33., 43. i 55. tygodniu życia niosek i podzielono na 3 grupy. Grupę I stanowiły jaja poddane ocenie w drugim dniu po zniesieniu. Grupy II oraz III stanowiły jaja przechowywane przez 28 dni, odpowiednio w warunkach chłodniczych, w temp. 4 - 5 °C i RH 50 - 60 % oraz w temp. 14 - 16 °C i RH 45 - 55 %. Największe różnice wartości parametrów wskazujących na postęp procesu starzenia jaj (zwiększenie masy żółtka, zmniejszenie wartości jednostek Haugha, masy i wysokości białka, alkalizacja białka i żółtka) zaobserwowano pomiędzy grupami I oraz III. Migracja wody do żółtka oraz zmniejszenie masy jaj na skutek jej sukcesywnego odparowywania wpłynęły na wzrost udziału białka, tłuszczu, związków mineralnych w postaci popiołu, chlorków oraz aktywność wody i barwę żółtka. Odporność skorupy na zgniecenie była uzależniona od wieku niosek. Najlepszymi parametrami charakteryzowały się skorupy młodych niosek. Żółtka ptaków 55-tygodniowych charakteryzowały się mniejszym udziałem barwy żółtej oraz mniejszym jej nasyceniem niż te pozyskane od ptaków 33- oraz 43-tygodniowych. W treści jaj wszystkich grup wiekowych niosek nie wykryto obecności patogennych pałeczek jelitowych oraz gronkowców koagulazo-dodatnich, w tym *Staphylococcus aureus*, co wskazuje na prawidłowy przebieg czynności hodowlano-technologicznych oraz utrzymanie naturalnych barier chroniących treść jaj w okresie przechowywania w analizowanych warunkach termicznych.

**Słowa kluczowe:** czubotka polska, wiek niosek, przechowywanie jaj, jakość jaj

---

*Dr hab. inż. M. Gumułka, dr K. Andres, Katedra Rozrodu, Anatomii i Genomiki Zwierząt, Wydz. Hodowli i Biologii Zwierząt, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, al. A. Mickiewicza 24/28, 30-059 Kraków, prof. dr hab. J. Krawczyk, dr inż. J. Calik, Zakład Hodowli Drobni, Instytut Zootechniki – PIB, ul. Krakowska 1, 32-083 Balice, dr hab. E. Węsierska, mgr K. Niemczyńska, Katedra Przetwórstwa Produktów Zwierzęcych, Wydz. Technologii Żywności, Uniwersytet Rolniczy w Krakowie, ul. Balicka 122, 30-149 Kraków. Kontakt: m.gumułka@ur.krakow.pl*

## Wprowadzenie

Podczas przechowywania jaj niektóre właściwości fizyczne i komponenty chemiczne białka i żółtka mogą ulegać zmianom, których skutkiem jest obniżenie przydatności do spożycia oraz przetworstwa. Znana jest ścisła zależność między tempem obniżania się jakości treści jaj a temperaturą, wilgotnością względną i czasem przechowywania [21, 22, 23]. Samli i wsp. [21] wykazali ponadto istotny wpływ wieku niosek na jakość przechowywanych jaj. Hermiz i wsp. [12] oraz Sokołowicz i wsp. [23] po przeanalizowaniu jakości jaj pochodzących od lokalnych ras kur stwierdzili istotny wpływ genotypu niosek na kształtowanie się zmian w treści jaj pod wpływem różnych warunków ich przechowywania. Krawczyk i Sokołowicz [14] odnotowały większą podatność na niekorzystne zmiany parametrów świeżości jaj pochodzących od kur rodzimych ras, objętych w Polsce programem ochrony zasobów genetycznych, niż jaj mieszańców Hy-Line Brown.

Wzrastające zainteresowanie konsumentów jajami z przydomowego chowu drobotowarowego, w którym zaleca się użytkowanie odpornych na zmienne warunki środowiskowe kur rodzimych ras, jest przesłanką do badań nad jakością jaj od nich pozyskiwanych. Wpływ warunków przechowywania na jakość jaj pochodzących od kur objętych w Polsce programem ochrony zasobów genetycznych były przedmiotem licznych badań [6, 14, 15, 23]. Kury rasy czubatka polska po wielu latach pracy hodowlanej zostały restytuowane. Obecnie populacja licząca 200 sztuk utrzymywana jest na terenie Centrum Badawczego i Edukacyjnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie.

Czabatki polskie, podobnie jak inne rasy tradycyjne, zalecane są do chowu przydomowego lub ekologicznego w małych stadkach z dostępem do wybiegów. W chowie przydomowym jaja po zbiorze najczęściej są przechowywane w podręcznych magazynach, w których w czasie upałów trudno jest zachować niską temperaturę, a w okresie letniej nadprodukcji mogą być sprzedawane nawet w ciągu dwóch, trzech tygodni. Podobnie w przypadku chowu ekologicznego czas od zniesienia jaj do ich zbytu trwa zwykle dłużej, ze względu na ich wysoką cenę, a jaja zalegają na półkach w sklepach w różnych warunkach mikroklimatu. Interesujące jest zatem określenie ich jakości po 28 dniach przechowywania, zgodnie z datą minimalnej trwałości określonej w unijnym rozporządzeniu [20], nie tylko w chłodni, ale także w chłodnych pomieszczeniach.

Jakość jaj może być oszacowana przez określenie wartości cech fizycznych, chemicznych, biologicznych i funkcjonalnych [2, 3]. Obrazują one dynamikę zmian zachodzących w czasie przechowywania jaj. Ważnymi przemianami są ubytki oraz dyfuzja wody i gazów w treści jaja. Ich pośrednim wyznacznikiem są parametry składu chemicznego, aktywność wody i zmiany w strukturze białka gęstego [2, 7]. Aktywność wody świadczy o dostępności wody dla mikroorganizmów, a tym samym o możliwości ich rozwoju. Utrata wody w czasie przechowywania skutkuje zwiększeniem stężenia substancji dotychczas w niej rozpuszczonych i utrudnia rozwój populacji drobnou-

strojów. Jajo kury domowej wykazuje więc naturalną zdolność ochronną przed czynnikami zewnętrznymi, jednak w procesie starzenia w wyniku przemian biofizykochemicznych zachodzących szczególnie w białku i błonach jaja dochodzi do osłabienia ochrony, co w konsekwencji umożliwia przedostanie się drobnoustrojów do treści jaja [6]. Interesujące jest określenie, jak różne warunki przechowywania wpływają na bezpieczeństwo mikrobiologiczne magazynowanych jaj.

Celem badań była ocena wpływu wieku niosek i warunków przechowywania na parametry fizyczne skorupy oraz treści jaj od kur rasy czubotka polska. Ponadto przeanalizowano podstawowy skład chemiczny i wskaźniki mikrobiologicznego bezpieczeństwa jaj.

### **Material i metody badań**

Material do badań stanowiły jaja pochodzące od kur rasy czubotka polska. Kury utrzymywane były w kurniku położonym na terenie Centrum Badawczego i Edukacyjnego Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie w systemie podłogowym na ściółce z dostępem do wybiegów. W żywieniu stosowano mieszankę pełnoporcjową, granulowaną, zawierającą 15,6 % białka ogólnego, 2,8 % tłuszczu surowego oraz 4,9 % włókna surowego. Pasza i woda podawane były *ad libitum*. Jaja do analiz pobierano w 33., 43. i 55. tygodniu życia niosek. Jaja zebrane w dniu ich zniesienia dzielono na trzy grupy po 37 sztuk. Grupę I stanowiły jaja poddawane ocenie w drugim dniu po zniesieniu, grupę II – jaja przechowywane w chłodziarce (zgodnie z zaleceniem znajdującym się na opakowaniach jednostkowych w obrocie handlowym), w temp. 4 - 5 °C i wilgotności względnej powietrza 50 - 60 %. W grupie III były jaja, które przechowywano w pomieszczeniu o temp. 14 - 16 °C i wilgotności względnej powietrza 45 - 55 %.

Ocenę jakości treści i skorup jaj grupy I wykonywano w drugim dniu po zniesieniu, a grupę II i III – po 28 dniach przechowywania (n = 25 szt./grupę). Oznaczenia wykonywano przy użyciu zestawu elektronicznego EQM (Egg Quality Measurements, Technical Services and Supplies Ltd., Dunnington, York, Wielka Brytania) oraz teksturometru TA.XT Plus (Stable Micro System, Godalming, Wielka Brytania). W ocenie jakości jaj uwzględniono następujące cechy: masę jaja [g], żółtka [g], białka [g] i skorupy [g], udział żółtka i białka w jajach [%], wysokość białka [mm] i wartość jednostek Haugha [jH], barwę skorupy [pkt], grubość [µm] i gęstość skorupy [mg/cm<sup>2</sup>] oraz wytrzymałość skorupy na zgniecenie [N]. Pozostałe jaja (n = 12 szt. jaj/grupę) przeznaczono do analiz podstawowego składu chemicznego, wartości pH (pH metr CP-505, Polska) i aktywności wody (LabMaster-aw, Novasina, Szwajcaria). Ocena podstawowego składu chemicznego przeprowadzana standardowymi metodami objęła oznaczenie zawartości: wody i związków mineralnych w postaci popiołu metodą suszarkową, białka – metodą Kjeldahla (współczynnik przeliczeniowy azotu na białko 6,25; Büchi 322, Szwajcaria), tłuszczu – metodą Soxhleta (SOXTEK HTZ-2, Tecator, Szwecja),

chlorków – metodą Mohra. Ponadto oceniono barwę żółtka w systemie CIE  $L^*a^*b^*$  (spektrofotometr Minolta CR200b kalibracja zgodnie ze standardem:  $L^* = 94,2$ ,  $a^* = 0,3133$ ,  $b^* = 0,320$ ), jej nasycenie ( $\sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$ ) i odcień ( $\arctg b^*/a^*$ ) [24]. Wykonywano również analizy mikrobiologiczne treści jaj zgodnie z odpowiednimi normami. Ocena bezpieczeństwa jaj objęła: oznaczenie ogólnej liczby drobnoustrojów tlenowych mezofilnych (Plate Count Agar, Biocorp, 30 °C/48 - 72 h) [18], obecność i liczbę *Enterobacteriaceae* (SS, Hektoen, Endo Lab-Agar, Biocorp, 37 °C/24 - 48 h) [19], obecność i liczbę gronkowców koagulazododatnich, w tym *Staphylococcus aureus* (Baird Parker Lab-Agar, emulsja żółtka jaja kurzego z telurem sodu, Biocorp, 37 °C/24 - 48 h) [17].

Uzyskane wyniki opracowano statystycznie przy użyciu programu Statistica, wersja 13.3. Zastosowano jednoczynnikową analizę wariancji (ANOVA). Do weryfikacji istotności różnic pomiędzy wartościami średnimi użyto testów post-hoc Scheffego i Duncana przy  $p < 0,05$ .

### Wyniki i dyskusja

Masa jaj w czasie przechowywania nie uległa istotnym zmianom, chociaż odnotowano niewielką tendencję do jej zmniejszania (tab. 1), zwłaszcza w grupie III. Mogło to być skutkiem parowania wody przez pory w skorupie. Znacznie większe ubytki masy w porównaniu z niniejszymi wynikami stwierdzili Batkowska i wsp. [1] w badaniach jaj od wysokoprodukcyjnych niosek Hy-Line Brown, przechowywanych w pomieszczeniach o temp. 15 - 18 °C i wilgotności względnej 50 - 70 %. Jin i wsp. [13] również potwierdzili istotną zależność między wzrostem temperatury przechowywania a zmniejszeniem się masy całkowitej jaj. W obecnych badaniach średnia masa jaja 33-tygodniowych kur czubatek polskich wahała się w zakresie 44,4 ÷ 44,7 g i była istotnie mniejsza od masy jaj kur 43- i 55-tygodniowych odpowiednio o ok. 3 i 5 g. W czasie przechowywania wykazano większe ubytki masy jaj pochodzących od kur starszych, znoszących większe jaja, a uzyskane wyniki są zbieżne z badaniami Yilmaza i Bozkurt [25]. Po 28 dniach przechowywania, niezależnie od wieku kur, zwiększyła się masa żółtek, a masa białka uległa zmniejszeniu (tab. 1). Podobne skutki wymiany gazów pomiędzy treścią a środowiskiem zewnętrznym oraz migracji wody przez osłabioną błonę witelinową do żółtka w jajach przechowywanych w wyższych temperaturach niż chłodnicze opisała Calik [6]. W efekcie takich zmian w jajach przechowywanych stwierdzono wzrost udziału żółtka w masie całkowitej średnio o ok. 2,7 % w grupie III i o ok. 1,9 % w grupie II oraz zmniejszenie udziału białka średnio o ok. 3 % w grupie III i 1,9 % – w grupie II. Zmiany zachodzące pod wpływem czasu przechowywania takich cech fizycznych jaj, jak: masa jaja i żółtka, udział żółtka w jaju oraz wysokość białka i wartość jH są zgodne z wynikami publikowanymi przez innych autorów, dotyczącymi innych ras i mieszańców towarowych kur [1, 9, 11, 12, 23].

Tabela 1. Cechy jakości treści jaj kur rasy czubątka polska w zależności od warunków przechowywania i wieku niosek

Table 1. Quality features of content of eggs from Polish Crested hen breed depending on storage conditions and age of hens

Cecha Feature	Wiek kur [tygodnie] Age of hens [weeks]	Grupa jaj / Group of eggs		
		I	II	III
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Masa jaja Weight of egg [g]	33	44,7 <sup>x</sup> ± 2,75	44,5 <sup>x</sup> ± 2,61	44,4 <sup>x</sup> ± 2,58
	43	48,6 <sup>y</sup> ± 2,68	48,3 <sup>y</sup> ± 2,64	47,3 <sup>y</sup> ± 4,52
	55	49,8 <sup>y</sup> ± 3,98	49,9 <sup>y</sup> ± 2,88	48,9 <sup>y</sup> ± 2,78
Masa żółtka Weight of yolk [g]	33	13,3 <sup>ax</sup> ± 1,38	13,9 <sup>abx</sup> ± 1,16	14,5 <sup>b<sup>x</sup></sup> ± 0,97
	43	14,5 <sup>ay</sup> ± 0,97	15,9 <sup>by</sup> ± 1,41	15,4 <sup>b<sup>y</sup></sup> ± 2,00
	53	15,7 <sup>az</sup> ± 1,15	16,1 <sup>aby</sup> ± 1,23	16,7 <sup>b<sup>z</sup></sup> ± 1,14
Masa białka Weight of albumen [g]	33	26,3 <sup>ax</sup> ± 1,77	25,3 <sup>abx</sup> ± 1,95	24,7 <sup>b<sup>x</sup></sup> ± 1,96
	43	28,7 <sup>ay</sup> ± 2,13	27,1 <sup>aby</sup> ± 1,92	26,6 <sup>b<sup>y</sup></sup> ± 2,93
	55	28,7 <sup>acy</sup> ± 3,20	28,3 <sup>ay</sup> ± 2,50	26,8 <sup>b<sup>y</sup></sup> ± 2,12
Udział żółtka w jajku Content of yolk in egg [%]	33	29,7 <sup>ax</sup> ± 2,25	31,4 <sup>bx</sup> ± 2,30	32,6 <sup>b<sup>x</sup></sup> ± 2,12
	43	29,8 <sup>ax</sup> ± 2,40	32,9 <sup>bcy</sup> ± 2,38	32,5 <sup>c<sup>x</sup></sup> ± 2,65
	55	31,5 <sup>ay</sup> ± 2,04	32,3 <sup>acy</sup> ± 2,58	34,3 <sup>b<sup>y</sup></sup> ± 2,07
Udział białka w jajku Content of albumen in egg [%]	33	58,8 <sup>a</sup> ± 2,34	56,9 <sup>b</sup> ± 2,31	55,6 <sup>b</sup> ± 2,04
	43	59,0 <sup>a</sup> ± 2,47	56,0 <sup>b</sup> ± 2,54	56,1 <sup>b</sup> ± 2,65
	55	57,5 <sup>a</sup> ± 2,48	56,6 <sup>b</sup> ± 2,80	54,7 <sup>b</sup> ± 2,21
Wysokość białka Albumen height [mm]	33	9,73 <sup>ax</sup> ± 1,86	7,81 <sup>bx</sup> ± 0,75	5,88 <sup>cx</sup> ± 0,74
	43	8,12 <sup>ay</sup> ± 1,32	7,48 <sup>ax</sup> ± 0,70	5,75 <sup>b<sup>x</sup></sup> ± 0,91
	55	8,20 <sup>ay</sup> ± 1,78	5,76 <sup>by</sup> ± 0,63	4,44 <sup>cy</sup> ± 1,15
Jednostki Haugha Haugh's units [jH/HU]	33	100,40 <sup>ax</sup> ± 7,84	92,40 <sup>bx</sup> ± 3,61	81,30 <sup>b<sup>x</sup></sup> ± 5,44
	43	92,60 <sup>ay</sup> ± 6,53	89,70 <sup>ax</sup> ± 3,59	78,20 <sup>b<sup>y</sup></sup> ± 10,40
	55	92,30 <sup>ay</sup> ± 8,88	78,50 <sup>ay</sup> ± 4,37	67,70 <sup>b<sup>z</sup></sup> ± 7,61

Objaśnienia / Explanatory notes:

Grupa jaj / Group of eggs: I (drugi dzień po zniesieniu / the second day after laying), II (po 28 dniach przechowywania w temp. 4 - 5 °C / after 28 days of storage at 4 - 5 °C), III (po 28 dniach przechowywania w temp. 14 - 16 °C / after 28 days of storage at 14 - 16 °C);  $\bar{X}$  – wartość średnia / mean value; SD – odchylenie standardowe / standard deviation; n = 25; a, b, c – wartości średnie w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,05$  / mean values in rows denoted by different letters differ statistically significantly at  $p \leq 0,05$ ; x, y, z – wartości średnie w kolumnach oznaczone różnymi literami różnią się statystycznie istotnie przy  $p \leq 0,05$  dla grup wiekowych niosek / mean values in columns denoted by different letters differ statistically significantly at  $p \leq 0,05$  for age groups of layers.

Zmiany cech jakości skorup zaobserwowane w czasie przechowywania były niewielkie i statystycznie nieistotne (tab. 2). Krawczyk i Sokołowicz [14] wykazały, w badaniach prowadzonych na jajach kur ras rodzimych, zwiększenie gęstości skorupy bez wpływu na ich wytrzymałość. W badaniach własnych stwierdzono istotny wpływ wieku kur na wytrzymałość skorup na zgniecenie, co jest zbieżne z wynikami Yilmaza i Bozkurt [25] oraz Krawczyk [15]. Od starszych kur czubatych (43. i 55. tydzień życia) uzyskano jaja o wytrzymałości na zgniecenie mniejszej o ok. 10 N.

Tabela 2. Jakość skorup jaj kur rasy czubątka polska w zależności od warunków przechowywania i wieku niosek

Table 2. Quality of eggshells of eggs from Polish Crested hen breed depending on storage conditions and age of hens

Cecha Feature	Wiek kur [tygodnie] Age of hens [weeks]	Grupa jaj / Group of eggs		
		I	II	III
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Barwa skorupy Colour of shell [pkt / points]	33	57,6 ± 9,41	58,6 ± 9,31	56,3 ± 10,7
	43	57,6 ± 6,25	60,6 ± 7,30	60,4 ± 8,65
	55	59,4 ± 8,07	58,2 ± 9,79	52,3 ± 9,65
Masa skorupy Weight of shell [g]	33	5,14 ± 0,395	5,20 <sup>x</sup> ± 0,482	5,20 ± 0,389
	43	5,40 ± 0,386	5,34 <sup>x</sup> ± 0,383	5,35 ± 0,554
	55	5,41 ± 0,508	5,57 <sup>y</sup> ± 0,685	5,39 ± 0,525
Grubość skorupy Shell thickness [μm]	33	345 ± 2,57	338 ± 3,16	344 ± 2,82
	43	338 ± 2,71	329 ± 2,21	341 ± 1,46
	55	332 ± 2,49	329 ± 2,89	333 ± 1,84
Gęstość skorupy Density of shell [mg/cm <sup>2</sup> ]	33	80,8 ± 6,04	81,9 ± 7,88	81,6 ± 6,23
	43	80,1 ± 7,76	78,6 ± 6,88	80,2 ± 9,03
	55	78,3 ± 8,71	81,2 ± 10,6	78,6 ± 8,71
Wytrzymałość skorupy Shell strength [N]	33	53,7 <sup>x</sup> ± 7,14	53,6 <sup>x</sup> ± 9,63	52,20 <sup>x</sup> ± 8,84
	43	51,4 <sup>x</sup> ± 11,30	49,2 <sup>x</sup> ± 9,66	50,80 <sup>x</sup> ± 11,50
	55	40,4 <sup>y</sup> ± 8,07	42,0 <sup>y</sup> ± 10,70	41,20 <sup>y</sup> ± 8,94

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Podstawowy skład chemiczny treści jaj przedstawiono w tab. 3. i 4. Białka i żółtka jaj pozyskanych od 33- i 55-tygodniowych niosek różniły się istotnie pod względem zawartości związków mineralnych w postaci popiołu oraz chlorków. Według Calik [5] oraz Boros i Fraś [4] skład chemiczny żółtka jest ściśle związany ze składem chemicznym paszy, ale podlega zmianom na skutek starzenia się. Procesy te są zależne od warunków mikroklimatycznych, jakim jaja podlegają w czasie magazynowania. Podwyższenie temperatury oraz obniżenie wilgotności powietrza sprzyjają ubytkowi wody, dyfuzji dwutlenku węgla i lizie organicznych składników treści.

Stwierdzono, że największy wpływ na zawartość poszczególnych składników chemicznych białka i żółtka miał proces przechowywania jaj. Udział wody w częściach jaja zmniejszył się istotnie w grupach II i III, chociaż w większym stopniu w grupie III. Zaobserwowano różnice pod względem zawartości wody wynoszące ok. 2 % (białko) i 4 % (żółtko) pomiędzy jajami ocenianymi w drugim dniu po zniesieniu a przechowywanymi w temp. 14 - 16 °C i wilgotności względnej powietrza 45 - 55 %. W białku jaj z grupy III wykazano istotne zwiększenie zawartości chemicznej białka (o ok. 1 %), związków mineralnych w postaci popiołu oraz chlorków (o ok. 0,05 %) w porównaniu z grupą I i II. Podobnie w żółtkach jaj grupy III średni udział tłuszczu zwiększył się o ok. 1 %, białka – o 2 %, związków mineralnych w postaci popiołu – o 0,5 %, a chlorków – o 0,05 %. Według Calik [7] zawartość wody w żółtku powyżej 53 %



wskazuje na migrację wody z białka do żółtka i rozpoczęcie procesu starzenia się jaja. W badanych jajach kur czubatych zawartość wody w żółtkach nieznacznie przekroczyła 50 %.

Tabela 3. Skład chemiczny i parametry fizykochemiczne białka jaj kur rasy czubatka polska w zależności od warunków przechowywania i wieku niosek

Table 3. Chemical composition and physicochemical parameters of albumen from eggs of Polish Crested breed depending on the condition of storage and age of hens

Cecha Feature	Wiek kur [tygodnie] Age of hens [weeks]	Grupa jaj / Group of eggs		
		I	II	III
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Woda Water [%]	33	87,88 <sup>ax</sup> ± 0,88	86,45 <sup>b</sup> ± 0,20	85,40 <sup>c</sup> ± 0,40
	43	87,13 <sup>ay</sup> ± 0,29	86,65 <sup>a</sup> ± 0,13	84,96 <sup>b</sup> ± 0,23
	55	86,87 <sup>ay</sup> ± 0,30	86,21 <sup>a</sup> ± 0,30	85,52 <sup>b</sup> ± 0,30
Białko Protein [%]	33	12,73 ± 0,22	12,80 ± 0,66	13,20 ± 0,22
	43	12,20 <sup>a</sup> ± 0,29	12,47 <sup>a</sup> ± 0,17	13,44 <sup>b</sup> ± 0,12
	55	12,34 <sup>a</sup> ± 0,06	12,91 <sup>ab</sup> ± 0,30	13,49 <sup>b</sup> ± 0,44
Związki mineralne jako popiół / Mineral compounds as ash [%]	33	0,68 <sup>ax</sup> ± 0,04	0,68 <sup>ax</sup> ± 0,06	0,78 <sup>bx</sup> ± 0,04
	43	0,73 <sup>x</sup> ± 0,01	0,74 <sup>y</sup> ± 0,01	0,76 <sup>y</sup> ± 0,01
	55	0,62 <sup>ay</sup> ± 0,02	0,73 <sup>bxy</sup> ± 0,02	0,77 <sup>bx</sup> ± 0,02
Chlorki Chloride [%]	33	0,37 <sup>x</sup> ± 0,02	0,38 <sup>x</sup> ± 0,04	0,40 <sup>x</sup> ± 0,02
	43	0,36 <sup>ax</sup> ± 0,01	0,42 <sup>by</sup> ± 0,01	0,45 <sup>by</sup> ± 0,01
	55	0,45 <sup>ay</sup> ± 0,01	0,46 <sup>az</sup> ± 0,01	0,48 <sup>bz</sup> ± 0,01
Kwasowość czynna Active acidity [pH]	33	8,72 <sup>ax</sup> ± 0,05	9,30 <sup>bx</sup> ± 0,01	9,37 <sup>bx</sup> ± 0,02
	43	8,63 <sup>ax</sup> ± 0,10	8,75 <sup>by</sup> ± 0,02	9,20 <sup>cy</sup> ± 0,06
	55	8,97 <sup>ay</sup> ± 0,07	9,20 <sup>az</sup> ± 0,06	9,17 <sup>by</sup> ± 0,01
Aktywność wody Water activity	33	0,97 <sup>x</sup> ± 0,01	0,97 <sup>x</sup> ± 0,01	0,97 <sup>x</sup> ± 0,01
	43	0,97 <sup>ax</sup> ± 0,01	0,97 <sup>ax</sup> ± 0,01	0,96 <sup>by</sup> ± 0,01
	55	0,96 <sup>y</sup> ± 0,01	0,96 <sup>y</sup> ± 0,01	0,96 <sup>y</sup> ± 0,01

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Zmniejszenie zawartości wody oraz zwiększenie zawartości związków mineralnych w postaci popiołu, w tym chlorków, wpłynęło na zmniejszenie aktywności wody białka i żółtka w obu grupach przechowywanych jaj (tab. 3 i 4). Utrata dwutlenku węgla wpłynęła na alkalizację treści i wzrost wartości pH żółtka z 6,2 do 6,3, a białka – z 8,6 ÷ 8,9 do 9,2 ÷ 9,4. Biesiada-Drzazga i Janocha [3] uzyskały podobne wyniki w przypadku białka (pH 9,0) i żółtka (pH 6,2) w jajach przechowanych 20 dni w temp. 6 °C. Zmiany wartości pH białka i żółtka w czasie magazynowania jaj wykazali także inni autorzy [1, 13, 23]. Kwasowość białka ma duże znaczenie dla jego wartości funkcjonalnych. O wysokości białka gęstego decyduje bowiem stopień związania lizozymu z owomucyną. Optymalną dla utrzymania takiego połączenia jest wartość pH 8. Stopniowe zwiększanie alkalizacji środowiska zbliżyło pH do punktu izoelektrycznego lizozymu (pH 11) i skutkowało osłabieniem struktury żelu oraz rozrzedzeniem białka

gęstego, co przełożyło się na przedstawione wcześniej zmiany wartości jednostek Haugha.

Tabela 4. Skład chemiczny i parametry fizykochemiczne żółtka jaj kur rasy czubotka polska w zależności od warunków przechowywania i wieku niosek

Table 4. Chemical composition and physicochemical parameters of yolk from eggs of Polish Crested breed depending on the condition of storage and age of hens

Cecha Feature	Wiek kur [tygodnie] Age of hens [weeks]	Grupa jaj / Group of eggs		
		I	II	III
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
Woda Water [%]	33	49,08 <sup>ax</sup> ± 0,77	46,17 <sup>bx</sup> ± 0,24	44,44 <sup>cx</sup> ± 0,29
	43	49,98 <sup>ay</sup> ± 0,24	48,11 <sup>by</sup> ± 1,32	45,76 <sup>cy</sup> ± 0,02
	55	50,78 <sup>ay</sup> ± 0,29	48,47 <sup>by</sup> ± 0,02	47,66 <sup>bz</sup> ± 0,33
Tłuszcz Fat [%]	33	29,44 <sup>a</sup> ± 0,17	29,60 <sup>ab</sup> ± 0,21	30,36 <sup>b</sup> ± 0,21
	43	29,22 ± 0,66	29,67 ± 0,17	30,07 ± 0,30
	55	29,43 ± 0,19	29,77 ± 0,80	30,29 ± 0,15
Białko Protein [%]	33	16,49 <sup>ax</sup> ± 0,29	18,27 <sup>b</sup> ± 0,32	19,14 <sup>cx</sup> ± 0,27
	43	17,78 <sup>ay</sup> ± 0,66	18,51 <sup>b</sup> ± 0,05	19,54 <sup>cx</sup> ± 0,13
	55	17,42 <sup>ay</sup> ± 0,54	18,08 <sup>b</sup> ± 0,30	18,80 <sup>cy</sup> ± 0,36
Związki mineralne jako popiół / Mineral compo- unds as ash [%]	33	1,20 <sup>a</sup> ± 0,02	1,30 <sup>ax</sup> ± 0,02	1,60 <sup>b</sup> ± 0,03
	43	1,24 <sup>a</sup> ± 0,15	1,41 <sup>bx</sup> ± 0,02	1,54 <sup>c</sup> ± 0,03
	55	1,31 <sup>a</sup> ± 0,09	1,62 <sup>by</sup> ± 0,08	1,65 <sup>b</sup> ± 0,01
Chlorki Chloride [%]	33	0,39 <sup>ax</sup> ± 0,03	0,39 <sup>ax</sup> ± 0,03	0,44 <sup>bx</sup> ± 0,05
	43	0,35 <sup>ay</sup> ± 0,04	0,45 <sup>by</sup> ± 0,01	0,56 <sup>cy</sup> ± 0,02
	55	0,55 <sup>z</sup> ± 0,01	0,56 <sup>z</sup> ± 0,01	0,57 <sup>y</sup> ± 0,01
Kwasowość czynna Active acidity [pH]	33	6,16 <sup>a</sup> ± 0,06	6,33 <sup>bx</sup> ± 0,02	6,36 <sup>b</sup> ± 0,01
	43	6,17 <sup>a</sup> ± 0,07	6,29 <sup>bxy</sup> ± 0,05	6,30 <sup>b</sup> ± 0,03
	55	6,19 <sup>a</sup> ± 0,08	6,24 <sup>a</sup> ± 0,02	6,27 <sup>b</sup> ± 0,01
Aktywność wody Water activity	33	0,97 ± 0,01	0,97 <sup>x</sup> ± 0,01	0,97 <sup>x</sup> ± 0,01
	43	0,97 <sup>a</sup> ± 0,01	0,97 <sup>ax</sup> ± 0,01	0,96 <sup>by</sup> ± 0,01
	55	0,97 <sup>a</sup> ± 0,01	0,96 <sup>by</sup> ± 0,01	0,96 <sup>by</sup> ± 0,01

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

Barwa żółtek według wielu konsumentów stanowi o jakości i przydatności kulinarnej jaj, przy czym preferowane są żółtka o zabarwieniu jasno- i ciemnopomarańczowym. Wzajemny stosunek ksantofili żółtych do czerwonych decyduje o odcieniu żółtka [10]. Wartości parametrów L\*, b\* oraz C\* wskazywały na istotne zwiększanie się jasności, nasilenie udziału barwy żółtej oraz jej nasycenia w żółtkach jaj przechowywanych (tab. 5). Istotne różnice wystąpiły również w zakresie odcienia barwy (parametr h°). Zmiana odcienia oraz zwiększenie udziału i intensywności barwy żółtej mogło być związane z odparowaniem części wody z żółtek i zagęszczeniem obecnych w nich barwników. Z analizy barwy żółtek z uwagi na wiek niosek wynika zmniejszenie się udziału barwy żółtej oraz jej nasycenia w żółtkach pozyskanych od ptaków starszych. Wpływ przechowywania jaj na zmiany barwy żółtka potwierdzają badania



Jina i wsp. [13] oraz Şekeroğlu i wsp. [22]. Powszechnie wiadome jest, że utrzymywanie niosek w systemie ściółkowym z dostępem do wybiegów naraża jaja na zabrudzenie drobnoustrojami w stopniu większym niż w chowie klatkowym [16]. W treści przechowywanych jaj wszystkich grup wiekowych niosek nie wykryto obecności drobnoustrojów, w tym patogennych pałeczek jelitowych oraz gronkowców koagulazododatnich. Ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych na poziomie  $< 10$  jtk/g oraz nieobecność bakterii z rodziny *Enterobacteriaceae* i *Staphylococcus aureus* była potwierdzeniem dobrze spełnionej funkcji ochronnej barier izolujących treść jaj w okresie przechowywania. Jakość i bezpieczeństwo surowca przechowywanego w analizowanych warunkach termicznych wskazują na możliwość komercyjnego wykorzystania jaj kur rasy czubątka polska w warunkach chowu w małych stadach.

Tabela 5. Wartości parametrów barwy żółtek jaj kur rasy czubątka polska w zależności od warunków przechowywania i wieku niosek

Table 5. Colour parameters of yolk in eggs from Polish Crested hens depending on conditions of storage and age of hens

Parametry barwy Colour parameters	Wiek kur [tygodnie] Age of hens [weeks]	Grupa jaj / Group of eggs		
		I	II	III
		$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$	$\bar{X} \pm SD$
L*	33	57,71 <sup>a</sup> ± 3,09	62,91 <sup>xb</sup> ± 1,08	65,22 <sup>xb</sup> ± 1,42
	43	57,96 ± 0,25	59,03 <sup>y</sup> ± 0,94	58,71 <sup>y</sup> ± 1,32
	55	56,00 <sup>a</sup> ± 1,38	58,55 <sup>ya</sup> ± 1,93	63,03 <sup>zb</sup> ± 0,05
a*	33	10,64 <sup>xa</sup> ± 1,50	11,91 <sup>xa</sup> ± 1,29	15,36 <sup>xb</sup> ± 0,57
	43	14,82 <sup>y</sup> ± 0,98	14,65 <sup>y</sup> ± 0,09	15,14 <sup>x</sup> ± 0,46
	55	12,52 <sup>za</sup> ± 1,32	14,72 <sup>yb</sup> ± 0,67	11,92 <sup>ya</sup> ± 0,18
b*	33	51,40 <sup>a</sup> ± 3,02	55,00 <sup>xa</sup> ± 6,14	62,11 <sup>xb</sup> ± 2,93
	43	49,26 <sup>a</sup> ± 2,35	51,87 <sup>xa</sup> ± 0,92	59,22 <sup>xb</sup> ± 1,91
	55	48,07 ± 1,59	48,86 <sup>y</sup> ± 1,50	50,64 <sup>y</sup> ± 1,67
h°	33	1,37 <sup>xa</sup> ± 0,02	1,36 <sup>xa</sup> ± 0,01	1,33 <sup>b</sup> ± 0,01
	43	1,28 <sup>ya</sup> ± 0,01	1,30 <sup>yb</sup> ± 0,02	1,32 <sup>b</sup> ± 0,01
	55	1,32 <sup>zab</sup> ± 0,02	1,28 <sup>yc</sup> ± 0,01	1,34 <sup>b</sup> ± 0,01
C*	33	52,49 <sup>a</sup> ± 3,25	56,27 <sup>a</sup> ± 6,26	63,98 <sup>xb</sup> ± 2,96
	43	51,44 <sup>a</sup> ± 2,51	53,90 <sup>a</sup> ± 0,92	61,13 <sup>xb</sup> ± 1,96
	55	49,69 ± 1,72	51,03 ± 1,25	52,02 <sup>y</sup> ± 1,59

Objaśnienia jak pod tab. 1. / Explanatory notes as in Tab. 1.

## Wnioski

1. Jaja kur rasy czubątka polska podczas przechowywania podlegają podobnym zmianom jak jaja kur rodzimych ras oraz mieszańców towarowych.
2. Zakres zmian związanych ze zwiększeniem się masy żółtka, zmniejszeniem masy białka, wysokości białka oraz wartości jednostek Haugha w ciągu 28-dniowego przechowywania jest determinowany bardziej temperaturą przechowywania niż

- wiekami niosek. Zalecane jest przechowywanie jaj kur rasy czubotka polska w warunkach chłodniczych, w temperaturze ok. 4 °C.
3. Zawartość białka, tłuszczu, związków mineralnych w postaci popiołu oraz chlorków jest uzależniona od udziału wody w białku oraz żółtku jaj przechowywanych. Zmniejszenie zawartości wody skutkuje zwiększeniem udziału pozostałych chemicznych komponentów w czasie składowania.
  4. Zwiększenie zawartości związków mineralnych w postaci popiołu i chlorków oraz zmniejszenie udziału wody wpływa na obniżenie aktywności wody i zwiększenie bezpieczeństwa mikrobiologicznego surowca.
  5. Zmniejszająca się w czasie przechowywania zawartość wody w żółtkach oraz wiek niosek determinują odcień oraz nasycenie barwy żółtej. Żółtka jaj ptaków 55-tygodniowych charakteryzują się mniejszym udziałem barwy żółtej oraz mniejszym jej nasyceniem niż te pozyskane od ptaków 33- oraz 43-tygodniowych.
  6. W treści jaj nie stwierdzono obecności drobnoustrojów, w tym patogennych pałeczek jelitowych oraz gronkowców koagulazo-dodatnich, a ogólna liczba drobnoustrojów tlenowych mezofilnych na poziomie < 10 jtk/g dowodzi dobrze spełnionej funkcji ochronnej barier chroniących treść jaj w okresie przechowywania.

*Badania zostały sfinansowane z dotacji przyznanej przez MNiSW na działalność statutową – DS 3264/ZHTChiDI/2018 i DS-3705/1/KPPZ/2018.*

### Literatura

- [1] Batkowska J., Brodacki A., Knaga S.: Quality of laying hen eggs during storage depending on egg weight and type of cage system (conventional vs. furnished cages). *Ann. Anim. Sci.*, 2014, 14 (3), 707-719.
- [2] Biesiada-Drzazga B., Banaszewska D., Wereszczyńska A., Olędzki Ł.: Wpływ warunków przechowywania na wybrane cechy jaj pochodzących od kur rasy Zielononózka kuropatwiana. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 1 (104), 79-87.
- [3] Biesiada-Drzazga B., Janocha A.: Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2009, 3 (64), 67-74.
- [4] Boros D., Fraś A.: Monographs and dissertations 49/2015. Plant Breeding and Acclimatization Institute - National Research Institute. Radzików 2015.
- [5] Calik J.: Ocena jakości jaj sześciu rodów kur nieśnych w zależności od ich wieku. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2011, 5 (78), 85-93.
- [6] Calik J.: Zmiany cech jakościowych jaj, pochodzących od kur nieśnych Żółtonózka kuropatwiana (Ż-33) w zależności od warunków ich przechowywania. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2013, 2 (87), 73-79.
- [7] Calik J.: Ocena zawartości wybranych składników chemicznych w jajach kurzych w zależności od cyklu ich produkcji. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 3 (106), 54-63.
- [8] Dvorak P., Strakova E., Kunova J.: Egg yolk colour depends upon the composition of feeding mixture for laying hens. *Acta Veterinaria Brno.*, 2007, 76, 121-127.

- [9] Feddern V., Celant De Prá M., Mores R., da Silveira Nicoloso R., Coldebella A., de Abreu P.G.: Egg quality assessment at different storage conditions, seasons and laying hen strains. *Ciência e Agrotecnologia*, 2017, 41 (3), 322-333.
- [10] Galobart J., Sala R., Rincon-Carruyo X., Manzanilla E.G., Vila B., Gasa J.: Egg yolk color as affected by saponification of different natural pigmenting sources. *J. Appl. Poult. Res.*, 2004, 13, 328-334.
- [11] Gavril R., Usturoi M.G.: Effects of temperature and storage time on hen eggs quality. *Lucrări științifice; Seria Zootehnie*, 2011, 56, 259-264.
- [12] Hermiz H.N., Abas K.A., Al-Khatib T.R., Amin Sh.M., Ahmed A.M., Hamad D.A., Denha H.P.: Effect of strain and storage period on egg quality characteristics of local Iraqi laying hens. *Res. Opinions Anim.Vet. Sci.*, 2012, 2 (1), 98-101.
- [13] Jin Y.H., Lee K.T., Lee W.I., Han Y.K.: Effects of storage temperature and time on the quality of eggs from laying hens at peak production. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, 2011, 24, 279-284.
- [14] Krawczyk J., Sokołowicz Z.: Effect of chicken breed and storage conditions of eggs on their quality. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*, 2015, 14 (4), 3-12.
- [15] Krawczyk J.: Analysis of productive traits and egg quality in old native breeds of Greenleg Partridge and Yellowleg Partridge hens. *Acta Sci. Pol. Zootechnica*, 2016, 15 (3), 83-96.
- [16] Nowaczewski S., Szablewski T., Cegielska-Radziejewska R., Stuper-Szablewska K., Rudzińska M., Leśnierowski G., Kontecka H., Szulc K.: Effect of housing system and eggshell colour on biochemical and microbiological characteristics of pheasant eggs. *Archiv. Geflügelk.*, 2013, 77 (4), 226-233.
- [17] PN-EN ISO 6888-1:2001. Mikrobiologia żywności i pasz. Horyzontalna metoda oznaczania liczby gronkowców koagulazo-dodatnich (*Staphylococcus aureus* i innych gatunków). Część 1: Metoda z zastosowaniem pożywki agarowej Baird-Parkera.
- [18] PN-EN ISO 4833-1:2013-12. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda oznaczania liczby drobnoustrojów. Część 1: Oznaczanie liczby metodą posiewu wglębnego w temperaturze 30 stopni C.
- [19] PN-EN ISO 21528-2:2017-08. Mikrobiologia łańcucha żywnościowego. Horyzontalna metoda wykrywania i oznaczania liczby *Enterobacteriaceae*. Część 2: Metoda liczenia kolonii.
- [20] Rozporządzeniu Komisji (WE) nr 589/2008 z dnia 23 czerwca 2008 r. ustanawiające szczegółowe zasady wykonywania rozporządzenia Rady (WE) nr 1234/2007 w sprawie norm handlowych w odniesieniu do jaj. Dz. U. L 163, ss. 6-23, z 24.06.2008.
- [21] Samli H.E., Agma A., Senkoğlu N.: Effect of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *J. Appl. Poultry Res.*, 2005, 14, 548-553.
- [22] Şekeroğlu A., Sarica M., Demir E., Ulutaş Z., Tilki M., Saatçı M.: The effects of housing system and storage length on the quality of eggs produced by two lines of laying hens. *Archiv. Geflügelk.*, 2008, 72, 106-109.
- [23] Sokołowicz Z., Krawczyk J., Dykiel M.: Wpływ czasu przechowywania na jakość i właściwości funkcjonalne jaj od kur objętych w Polsce programem ochrony. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2016, 2 (105), 49-57.
- [24] Wyszeccki G., Stiles W.S.: Colour science. Concepts and methods, quantitative data and formula. John Wiley and Sons, New York, USA, 1982.
- [25] Yilmaz A., Bozkurt Z.: Effects of hen age, storage period and stretch film packaging on international and external quality traits of table eggs. *Lucrări științifice Zootehnie și Biotehnologii*, 2009, 42 (2), 462-469.

## EFFECT OF AGE OF HENS AND STORAGE CONDITIONS ON QUALITY OF EGGS FROM POLISH CRESTED HEN BREED

### S u m m a r y

The objective of the research study was to evaluate the effect of the age of hens and storage conditions on the selected physical, physical-chemical and microbiological parameters of eggs from the Polish Crested hen breed. The birds were kept on litter with access to runs. To feed the hens, an *ad libitum* standard mixture for laying hens was applied. The eggs were collected in the 33rd, 43rd and 55th week of age of the hens and divided into 3 groups. Group I consisted of the eggs evaluated on the second day after laying. The eggs from groups II and III consisted of eggs stored for 28 days, respectively, at temperatures between 4 and 5 °C and RH 50 - 60 % (refrigerator) and between 14 and 16 °C and RH 45 - 55 %. Between groups I and III there were found large differences in the parameter to indicate the progress of the egg aging process (increase in the egg yolk weight, decrease in the value of Haugh's units, mass and height of albumen, albumen and yolk alkalization). The migration of water to egg yolk and the egg weight reduction resulting from its successive evaporation caused the amounts of protein, fat, ash and chloride to increase; they also impacted water activity and yolk colour. The strength of eggshell (crush-resistance of eggshell) was dependent on the age of hens. The shells of the youngest layers were characterized by the best parameters. The yolks in the eggs from 55-week old hens were less yellow and the saturation of their yellow colour was lower compared to the yolks in the eggs obtained from 33- and 43-week-old birds. In the content of the eggs from the layers of all ages, there were detected no pathogenic enteric bacilli and coagulase-positive staphylococci, nor *Staphylococcus aureus*; this fact confirmed that the breeding and technological procedures were properly and in the correct order applied and that the natural barriers were maintained to protect the eggs during storage under the thermal conditions analysed.

**Key words:** Polish Crested hen, age of hens, egg storage, quality of eggs ☒