

JOURNAL OF ANIMAL SCIENCE, BIOLOGY AND BIOECONOMY

wcześniej – formerly
Annales UMCS sectio EE Zootechnica

VOL. XXXVI (4)

2018

CC BY–NC–ND

DOI: 10.24326/jasbbx.2018.4.3

¹ Instytut Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej, Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

² Katedra Higieny Zwierząt i Zagrożeń Środowiska, Uniwersytet Przyrodniczy
w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin, Polska

³ Department of Animal Production Techniques, Al-Musaib Technical College,
Al-Furat Al-Awsat Technical University, Babylon, Iraq
e-mail: kamil.drabik2@gmail.com

KAMIL DRABIK¹, JUSTYNA BATKOWSKA¹, ŁUKASZ WLAZŁO²,
KARRAR I.A. AL- SHAMMARI³, MAGDALENA GRYZIŃSKA¹

Sok z czerwonego grejpfruta (*Citrus paradisi*) jako naturalna substancja ograniczająca niekorzystne zmiany jakości jaj konsumpcyjnych podczas ich przechowywania

Red grapefruit juice (*Citrus paradisi*) as a natural substance limiting negative
changes in the quality of table eggs during storage

Streszczenie. Celem badań była ocena wykorzystania soku z czerwonego grejpfruta (*Citrus paradisi*), nanoszonego powierzchniowo na skorupy jaj kurzych w celu spowolnienia procesu ich starzenia się w trakcie przechowywania. Materiał badawczy stanowiło 300 jaj kurzych o zbliżonej masie zebranych w tym samym dniu. Jaja podzielono na 2 równoliczne grupy, tzn. kontrolną (NC), w której skorup nie poddawano żadnym zabiegom, i doświadczalną (GT), w której skorupy pokryto świeżo wyciśniętym sokiem z czerwonego grejpfruta. Jaja układano w wytłaczankach transportowych tępym końcem ku górze i przechowywano w warunkach typowych dla przechowalni (temp. 14°C, wilgotność 70%). Oceny cech jakości jaj dokonano na początku doświadczenia, a następnie po 14 i po 28 dniach. Po 28 dniach przechowywania jaja pokryte sokiem z grejpfruta charakteryzowały się istotnie ($p \leq 0,05$) większymi: ubytkami masy, przewodnością wodną skorupy oraz jej grubością. Jednocześnie stwierdzono istotnie większą gęstość skorupy ($p \leq 0,05$) i jej wytrzymałość ($p > 0,05$). W grupie jaj doświadczalnych obserwowano również istotnie ($p \leq 0,05$) większy udział białka w masie jaja i jego wyższe pH

w 14 dniu przechowywania. Sok z grejpfruta wpłynął stabilizująco na pH żółtka w czasie przechowywania jaj przez 28 dni. Wyniki doświadczenia wskazują, że zastosowanie soku z grejpfruta nieznacznie ogranicza niekorzystne zmiany jakości jaj w czasie ich przechowywania.

Słowa kluczowe: *Citrus paradisi*, konserwacja jaj, przechowywanie jaj, jakość jaj

WSTĘP

Jaja konsumpcyjne stanowią jeden z podstawowych surowców branży drobiarskiej. Na ich jakość wpływa szereg czynników związanych z systemem utrzymania [Batkowska i in. 2017], uwarunkowaniami genetycznymi [Biesiada-Drzazga i Janocha 2009, Krawczyk 2009], systemem żywienia, stosowaniem dodatków żywieniowych [Brodacki i in. 2018] czy wiekiem ptaków [Molnar i in. 2016]. Wśród najistotniejszych cech jakościowych należy wymienić procentowy udział poszczególnych elementów morfologicznych w jaju, liczbę jednostek Haugha określających jakość białka, a także masę i indeks żółtka. Z punktu widzenia konsumenta, jak również przetwórstwa, istotna jest stabilność cech jakościowych jaj w trakcie ich przechowywania. Badania wskazują, że najwyższą stabilnością w czasie przechowywania charakteryzują się jaja pochodzące z systemu klatkowego [Batkowska i in. 2016], co można tłumaczyć większą kontrolą warunków środowiskowych na fermie.

Wraz z upływem czasu przechowywania negatywnym zmianom ulegają niemal wszystkie cechy jakościowe jaj, przede wszystkim obserwuje się ubytki masy [Samli i in. 2005] spowodowane utratą wody. Zmiany masy dotyczą poszczególnych elementów morfologicznych jaja. Wraz z upływem czasu przechowywania zmniejsza się masa białka, zwiększa natomiast masa żółtka, co jest powodowane dyfuzją wody z białka do żółtka [Menezes i in. 2012]. Mimo że żółtko jest najcenniejszym elementem jaja, wzrost jego masy w czasie przechowywania jest zmianą niekorzystną. Ponadto zmienia się odczyn białka i żółtka, tzn. ulegają one alkalizacji. Znajduje to swoje odzwierciedlenie w cechach technologicznych, jak ilość i stabilność uzyskiwanej piany [Mikova i Bovskova 2009].

Zasadne jest zatem ograniczanie negatywnego oddziaływania czasu przechowywania na jakość surowca. Wielu autorów wskazuje, że najlepsze efekty osiąga się podczas przechowywania chłodniczego [Scott i Silversides 2000, Akyurek i Okur 2009]. Jednak obowiązujące przepisy wspólnotowe [Rozporządzenie Komisji (WE) nr 589/2008] w sposób jednoznaczny zabraniają przechowywania jaj konsumpcyjnych w takich warunkach przed dostarczeniem ich konsumentowi końcowemu. Poszukuje się więc alternatywnych metod ograniczających negatywne zmiany przechowalnicze, jak np. wykorzystanie ziarna prosa czy konserwację w soli kuchennej i otrębach [Caner 2005]. W chwili obecnej nacisk kładzie się przede wszystkim na substancje uszczelniające pory w skorupie, aby zahamować dyfuzję wody i dwutlenku węgla. W tym celu wykorzystywano np. oleje, związki pochodzące z obróbki biomasy (chitozan) [Wardy i in. 2011] czy glicery-

nę [Drabik i in. 2018]. Stosowanie tych preparatów ma na celu, oprócz oczywistego hamowania negatywnych zmian jakościowych, zapewnienie także bezpieczeństwa mikrobiologicznego surowca.

Sok z owoców grejpfruta stosowano w tradycyjnej medycynie naturalnej jako środek o działaniu przeciwbakteryjnym, przeciwgrzybiczym i przeciwwirusowym. Dzięki obecności likopenu i karotenoidów skutecznie neutralizuje on wolne rodniki, opóźniając m.in. procesy starzenia. Dzięki znacznym ilościom kwasów organicznych, flawonoidów i fumarokumaryn [Krajewska-Kułałak i in. 2001] ekstrakt z grejpfruta można stosować jako naturalny środek czyszczący i antyseptyczny. Dodatkowo sok zawiera pewne ilości cukrów, które mogą przyczyniać się np. do uszczelnienia porów w skorupie. Wcześniejsze badania autorów [Batkowska i in. 2018] wskazują, że zastosowanie soku z czerwonego grejpfruta w dezynfekcji jaj może ograniczać liczbę drobnoustrojów na skorupie, jak również ubytki masy jaj w czasie inkubacji.

Celem pracy była ocena możliwości wykorzystania soku z czerwonego grejpfruta jako czynnika hamującego niekorzystne zmiany wybranych cech jakości jaj konsumpcyjnych w czasie ich przechowywania.

MATERIAŁ I METODY

Materiał do badań stanowiło 300 jaj konsumpcyjnych zebranych tego samego dnia na fermie stada towarowego od kur Hy-Line Brown w wieku ok. 33 tygodni, utrzymywanych w systemie klatkowym. Ptaki żywiono zbilansowaną mieszanką paszową i utrzymywano z zachowaniem ich dobrostanu oraz prawidłowych warunków zoohigienicznych, zgodnie z aktualnie obowiązującymi aktami prawnymi [Dyrektywa Rady 1999/74/WE].

Wszystkie jaja ponumerowano indywidualnie. W dniu rozpoczęcia doświadczenia (dzień 0) jaja podzielono losowo na dwie równoliczne grupy. Grupę kontrolną (NC) stanowiły jaja, których skorupy nie były poddane żadnym zabiegom, zaś skorupy jaj z grupy doświadczalnej (GT) pokryto natryskowo świeżym sokiem grejpfrutowym. Jaja układano w wytłaczankach transportowych tępym końcem ku górze i przechowywano w temperaturze 14°C i wilgotności 70%. W dniu rozpoczęcia doświadczenia (dzień 0) po 30 jaj z każdej grupy przeanalizowano zgodnie z poniższą metodyką w celu określenia ich cech jakościowych stanowiących materiał referencyjny dla kolejnych pomiarów. Następnie w 14-dniowych odstępach czasu (14 i 28 dni) wybierano po 60 jaj z każdej grupy i poddawano ocenie jakości. Do badań użyto zestawu analitycznego EQM (Egg Quality Measurement, TSS®) oraz aparatu do badań wytrzymałościowych Instron Mini 55.

W pierwszej kolejności dokonano oceny masy właściwej jaj (na podstawie prawa Archimedes) oraz głębokości komory powietrznej. Następnie poszczególne elementy jaj poddano ocenie destrukcyjnej [Williams 1992, Shafey 2002]. Skorupy analizowano pod względem wytrzymałości na zgniecenie, oceniano także ich barwę, masę, grubość i gę-

stość; dla białka określano wysokość, masę, jednostki Haugha i pH; zaś dla żółtka jego barwę, masę i pH. Obliczono również proporcje poszczególnych elementów morfologicznych w masie jaja. Na podstawie tygodniowych zmian masy jaj w trakcie ich przechowywania oszacowano przewodność wodną skorupy [Ar i in. 1974].

Zebrane dane opracowano statystycznie, wykorzystując pakiet statystyczny SPSS 20.0PL [IBM 2011]. Testowano normalność rozkładu danych (test Shapiro-Wilka) oraz istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami cech dla grup w poszczególnych terminach analiz za pomocą dwuczynnikowej analizy wariancji, uwzględniając w modelu wpływ obu czynników, tj. soku z grejpfirta (GT) oraz czasu przechowywania (T), a także interakcji pomiędzy nimi (GT × T).

WYNIKI

W tabeli 1 przedstawiono cechy całego jaja oraz ich zmiany w czasie przechowywania. Dla analizowanych cech nie wystąpiła interakcja czynników doświadczalnych. Niezależnie od analizowanej grupy odnotowano spadek masy jaj w trakcie doświadczenia, aczkolwiek procentowy ubytek masy jaj był istotnie wyższy w grupie GT w porównaniu z grupą NC. Podobną tendencję zaobserwowano w przypadku przewodności wodnej skorupy, której istotnie wyższą wartość odnotowano dla jaj z grupy doświadczalnej.

Tabela 1. Cechy całego jaja oraz ich zmiany w czasie przechowywania
Table 1. Traits of the whole egg and their changes during the storage

Cecha – Trait	Czas (dni) Time (days)	NC	GT	Wpływ Influence		SEM
				T	GT × T	
Masa jaja (g) Egg weight (g)	0 14 28	55,57 54,65 53,84	55,71 54,57 53,51	*	NS	0,651
Ubytek masy (%) Egg weight loss (%)	0–28	3,12 ^a	3,95 ^b	*	NS	0,324
Przewodność wodna skorupy (mg/d/torr) Water shell conductance (mg/d/torr)	0–28	5,17 ^a	6,55 ^b	*	NS	0,311
Głębokość komory powietrznej (mm) Air cell depth (mm)	0 14 28	0 3,00 ^b 3,58	0 2,17 ^a 3,64	*	NS	0,080

NC – grupa kontrolna (negatywna) – negative control; GT – grupa doświadczalna, skorupy pokryto sokiem z grejpfirta – experimental group, eggs were coated with the grapefruit juice; SEM – błąd standardowy średniej – standard error of mean; a, b – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$ – means differ at $p \leq 0,05$

* Wpływ czasu (T) lub interakcji czynników (GT × T) jest istotny przy $p \leq 0,05$; NS – nieistotny

* The influence of time (T) or factorial interaction (GT × T) is significant at $p \leq 0,05$; NS – not significant

Interesujące obserwacje dotyczą głębokości komory powietrznej. W dniu rozpoczęcia doświadczenia była ona niemal niewidoczna, zatem przyjęto jej głębokość jako 0 mm. Po upływie 14 dni w grupie jaj pokrytych sokiem z grejpfruta stwierdzono istotnie ($p \leq 0,05$) mniejszą głębokość komory powietrznej w porównaniu z grupą kontrolną, jednak po 28 dniach tendencja ta została zahamowana.

Zastosowanie soku z grejpfruta nie wpłynęło na osłabienie wytrzymałości skorup i ich barwę (tab. 2), podobnie nie wystąpiła interakcja czynników doświadczalnych dla tych cech.

Tabela 2. Wybrane cechy skorupy jaj oraz ich zmiany w czasie przechowywania
Table 2. Chosen traits of the egg shell and their changes during storage

Cecha – Trait	Czas (dni) Time (days)	NC	GT	Wpływ Influence		SEM
				T	GT × T	
Wytrzymałość skorupy (N) Shell strength (N)	0	50,28	52,49			0,771
	14	51,43	53,05	NS	NS	
	28	54,05	55,00			
Barwa (%) Colour (%)	0	32,53	33,27			0,418
	14	30,83	32,53	NS	NS	
	28	30,04	30,53			
Udział w masie jaja (%) Proportion in egg weight (%)	0	13,03	12,76			0,090
	14	13,20 ^a	14,29 ^b	*	*	
	28	13,39	13,73			
Grubość (mm) Thickness (mm)	0	0,288	0,295			0,003
	14	0,354	0,368	*	*	
	28	0,354 ^b	0,337 ^a			
Gęstość (g/cm ³) Density (g/cm ³)	0	3,65	3,50			0,028
	14	2,99	3,06	*	*	
	28	3,02 ^a	3,25 ^b			

Objaśnienia – zob. tab. 1. Explanations – see tab. 1

Ciekawe wyniki odnotowano natomiast w odniesieniu do procentowego udziału skorupy w masie całego jaja, a także grubości i gęstości tej części jaja. Wykazano, że na wartość wymienionych cech wpłynął zarówno sok z grejpfruta, jak i czas przechowywania, wystąpiła także interakcja tych czynników. Udział masy skorupy w masie jaja zmienił się wraz z upływem czasu, jednak po 28 dniach doświadczenia różnice między grupami nie były istotne. W przypadku grubości i gęstości skorup różnice między grupami potwierdzono statystycznie. Co ciekawe, stwierdzono mniejszą grubość skorupy jaj pokrytych sokiem z grejpfruta, co może wskazywać na działanie czynnika doświadczalnego na powierzchni jaj. Jednocześnie skorupy z grupy GT charakteryzowały się istotnie większą gęstością.

Zmiany wybranych cech jakościowych treści jaja w czasie doświadczenia przedstawiono w tabeli 3. W przypadku cech białka odnotowano spadek jego udziału w masie całego jaja wraz z upływem czasu przechowywania. Podobnie odnotowano spadek liczby jednostek Haugha, przy czym różnice między grupami nie były istotne po upływie 28 dni. Interakcja czasu przechowywania oraz czynnika doświadczalnego wpłynęła na odczyn białka. Zmiany jakościowe dotyczyły także cech żółtka. Wraz z upływem czasu przechowywania, niezależnie od analizowanej grupy, udział masy żółtka zwiększał się w masie jaja. Po zakończeniu doświadczenia wyniki uzyskane dla poszczególnych grup nie różniły się istotnie. Badania wykazały dodatkowo, że zmiany barwy żółtka nie były uzależnione od czasu przechowywania ani zastosowanego czynnika badawczego. W odniesieniu do odczynu żółtka zaobserwowano identyczną jak w przypadku białka tendencję rosnącą. Po 28 dniach doświadczenia różnice w odczynie żółtka pomiędzy grupami NC i GT były istotne ($p \leq 0,05$).

Tabela 3. Wybrane cechy treści jaja oraz ich zmiany w czasie przechowywania
Table 3. Chosen traits of the egg content and their changes during storage

Elementy morfologiczne Morphological elements	Cecha Trait	Czas (dni) Time (days)	NC	GT	Wpływ Influence		SEM
					T	GT × T	
Białko Albumen	udział w masie jaja (%) proportion in egg weight (%)	0	64,17	64,50			0,248
		14	62,00 ^a	62,74 ^b	*	NS	
		28	59,98	60,44			
	jednostki Haugha Haugh units	0	88,37	93,01			1,016
		14	71,33	72,15	*	NS	
		28	69,74	66,70			
	pH	0	7,61	8,60			0,096
		14	8,39 ^a	8,95 ^b	*	*	
		28	9,69	9,50			
Żółtko Yolk	udział w masie jaja (%) proportion in egg weight (%)	0	22,80	22,74			0,221
		14	24,80 ^b	22,97 ^a	*	NS	
		28	26,64	25,82			
	barwa (pkt) colour (pts)	0	7,06	6,80			0,129
		14	6,37 ^a	7,47 ^b	NS	NS	
		28	6,92	7,13			
	pH	0	6,12	6,14			0,041
		14	6,64	6,67	*	NS	
		28	6,81 ^b	6,64 ^a			

Objaśnienia – zob. tab. 1. Explanations – see tab. 1

DYSKUSJA

Ubytek masy jaj w czasie przechowywania stanowi jedną z podstawowych zmian surowca. Zarówno wyniki uzyskane przez innych autorów, jak i badania własne potwierdzają zmniejszenie masy jaj w czasie ich przechowywania [Akyurek i Okur 2009, Sokółowicz i in. 2016]. Substancje uszczelniające pory skorupowe wykazują działanie hamujące w stosunku do tych zmian. Prezentowane wyniki własne z wykorzystaniem soku z grejpfruta wskazują, że preparat ten słabiej hamuje utratę masy jaj w porównaniu z olejami roślinnymi [Ryu i in. 2011] lub silikonowymi [Edwin i in. 2013], emulsją chitozanowo-sojową [Wardy i in. 2011] czy roztworem gliceryny [Drabik i in. 2018].

Uzyskane wyniki własne wskazują jedynie na nieznaczne zmiany cech skorup jaj w czasie przechowywania. W innych badaniach autorów [Batkowska i in. 2016] obserwowano zwiększenie wytrzymałości skorupy, a także zmniejszenie jej gęstości. Z kolei Jin i in. [2011] wykazali zwiększenie procentowego udziału skorupy w masie jaja, a także nieznaczne zmiany grubości tego elementu w zależności od grupy doświadczalnej. Podobne zależności obserwowano również w prezentowanych badaniach. Wielu autorów [Kralik i in. 2014, Drabik i in. 2018] nie odnotowało istotnego wpływu czasu przechowywania czy zastosowanej metody konserwacji na cechy skorup. Również Adamski i in. [2017] w przypadku przechowywanych jaj przepiórnych nie stwierdzili zmian cech ich skorup. Wydaje się zatem, że ten element morfologiczny jaj podlega raczej wpływom innych czynników niż czas przechowywania czy metoda konserwacji jaj.

Wraz z upływem czasu przechowywania odczyn białka zmienia się na zasadowy, a podstawową przyczyną tego zjawiska jest uwalnianie CO₂. Potwierdzają to zarówno uzyskane wyniki własne, jak i wcześniejsze badania Calik [2013] oraz Biesiady-Drzazgi i in. [2016]. Samli i in. [2005] wykazali zwiększenie stężenia jonów wodorowych białka bez względu na temperaturę utrzymywaną w pomieszczeniach magazynowych. Z kolei Biladeau i Keener [2009] oraz Eke i in. [2013] wykazali, że pokrywanie jaj substancjami uszczelniającymi wydłużało trwałość jaj, ponieważ zapewniało zachowanie niskiego pH białka.

Wyniki dotyczące cech żółtka, zwłaszcza w początkowym etapie doświadczenia, były zbieżne z danymi podawanymi przez Biesiadę-Drzazgę i in. [2016]. Na skutek dyfuzji wody z białka do żółtka dochodziło do osłabienia błony witelinowej i jej pęknięcia, zwłaszcza w trakcie wykonywania analiz w 28 dniu przechowywania. Obserwacje własne potwierdzają również wcześniejsze badania Menezes i in. [2012], potwierdzające związek między dyfuzją wody i obniżeniem wytrzymałości błony witelinowej.

PODSUMOWANIE

Uzyskane wyniki wskazują, że zastosowanie soku z grejpfruta może nieznacznie ograniczać niekorzystne zmiany zachodzące w jajach w czasie ich przechowywania przez 28 dni. Wykorzystanie ocenianego soku nie ograniczyło wymiany gazowej pomiędzy

treścią jaja a otoczeniem, w związku z tym komora powietrzna zwiększyła się. Obserwowano natomiast istotnie mniejszą grubość i większą gęstość, a jednocześnie większą wytrzymałość skorupy jaj z grupy doświadczalnej w porównaniu z grupą kontrolną. Ponadto zastosowanie soku z grejpfruta wpłynęło stabilizująco na pH żółtka. Z uwagi na bogaty skład chemiczny soku grejpfrutowego konieczne wydają się badania mające na celu określenie mechanizmu jego działania.

PIŚMIENNICTWO

- Adamski M., Kuźniacka J., Kowalska E., Kucharska-Gaca J., Banaszak M., Biegiewska M., 2017. Effect of storage time on the quality of japanese quail eggs (*Coturnix coturnix japonica*). Pol. J. Nat. Sci. 32(1), 27–37.
- Akyurek H., Okur A.A., 2009. Effect of storage time, temperature and hen age on egg quality in free-range layer hens. J. Anim. Vet. Adv. 8(10), 1953–1958.
- Ar A., Paganelli C.V., Reeves R.B., Greene D.G., Rahn, H., 1974. The avian egg: water vapor conductance, shell thickness, and functional pore area. Condor 76(2), 153–158.
- Batkowska J., Brodacki A., Gryzińska M., 2016. Effects of laying hen husbandry system and storage on egg quality. Europ. Poult. Sci. 80, <https://doi.org/10.1399/eps.2016.158>.
- Batkowska J., Drabik K., Brodacki A., 2017. Quantity and quality of poultry products depending on birds' rearing system. J. Anim. Sci. Biol. Bioecon. 35(3), 57–66, <https://doi.org/10.24326/jasbb.2017.3.6>.
- Batkowska J., Wlazło Ł., Drabik K., Nowakowicz-Dębek B., Karrar I., Gryzińska M., 2018. Evaluation of grapefruit juice (*Citrus paradisi*) as an alternative disinfectant for hatching eggs. Pak. J. Zool. 50(2), 647–653, <https://doi.org/10.17582/journal.pjz/2018.50.2.647.653>.
- Biesiada-Drzazga B., Janocha A., 2009. Wpływ pochodzenia i systemu utrzymania kur na jakość jaj spożywczych. Żywn. Nauka Technol. Jakość 64(3), 67–74.
- Biladeau A.M., Keener K.M., 2009. The effects of edible coatings on chicken egg quality under refrigerated storage. Poult. Sci. 88, 1266–1274, <https://doi.org/10.3382/ps.2008-00295>.
- Brodacki A., Batkowska J., Stępniewska A., Blicharska E., Drabik K., 2018. Quality and mineral composition of eggs from hens supplemented with copper-lysine chelate. Arch. Anim. Breed. 61(1), 109–113, <https://doi.org/10.5194/aab-61-109-2018>.
- Calik J., 2013. Zmiany cech jakościowych jaj pochodzących od kur nieśnych żółtonóżka kuropatwiana (Ż-33) w zależności od warunków ich przechowywania. Żywn. Nauka Technol. Jakość 2(87), 73–79.
- Caner C., 2005. The effect of edible eggshell coating on egg quality and consumer perception. J. Sci. Food Agric. 85, 1897–1902, <https://doi.org/10.1002/jsfa.2185>.
- Drabik K., Chabroszewska P., Vasiukov K., Adamczuk A., Batkowska J., 2018. Glycerin as a factor for moderating quality changes in table eggs during storage. Archiv. Anim. Breed. 61(3), 285–292, <https://doi.org/10.5194/aab-61-285-2018>.
- Dyrektywa Rady 1999/74/WE z dnia 19 lipca 1999 r. ustanawiająca minimalne normy ochrony kur niosek. Dz.U. L 203, 03.08.1999, 53–57.
- Edwin S.C., Babu M., Moorthy M., Amutha R., Ranjendran K., Anandhi M., 2013. Quality preservation of commercial chicken eggs in different non-refrigeration methods. Indian Vet. J. 90(90), 87–89.

- Eke M.O., Olaitan N.I., Ochefu J.H., 2013. Effect of storage conditions on the quality attributes of shell (table) eggs. *Niger. Food J.* 31(2), 18–24, [https://doi.org/10.1016/S0189-7241\(15\)30072-2](https://doi.org/10.1016/S0189-7241(15)30072-2)
- IBM, 2011. IBM SPSS Statistics for Windows. Ver. 20.0. Armonk, NY.
- Krajewska-Kula E., Łukaszuk C., Lewko J., Niczyporuk W., Winter G., 2001. Ocena wpływu ekstraktu z grejpfruta na wzrost grzybów drożdżopodobnych z gatunku *Candida albicans*. *Mikol. Lek.* 8, 91–95.
- Kralik Z., Kralik G., Grčević M., Galović D., 2014. Effect of storage period on the quality of table eggs. *Acta Agrar. Kvar.* 18, 200–206.
- Krawczyk J., 2009. Effect of layer age and egg production level on changes in quality traits of eggs from hens of conservation breeds and commercial hybrids. *Ann. Anim. Sci.* 9(2), 185–193.
- Menezes P.C.D., Lima E.R.D., Medeiros J.P.D., Oliveira W.N.K.D., Evêncio-Neto J., 2012. Egg quality of laying hens in different conditions of storage, ages and housing densities. *Rev. Bras. Zootec.* 41(9), 2064–2069, <https://doi.org/10.1590/S1516-35982012000900014>
- Mikova K., Bovskova H., 2009. Optimization of egg white foam forming. WPSA, Proceedings of the 13th Eur. Symp. on the Quality of Eggs and Egg Products. Turku, Finland, 21–25 June 2009, 1–10.
- Molnar A., Maertens L., Ampe B., Buyse J., Kempen I., Zoons J., Delezie E., 2016. Changes in egg quality traits during the last phase of production: is there potential for an extended laying cycle. *Br. Poult. Sci.* 57(6), 842–847, <https://doi.org/10.1080/00071668.2016.1209738>
- Rozporządzenie 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, 24.06.2008, 6–23.
- Ryu K.N., No H.K., Prinyawiwatkul W., 2011. Internal quality and shelf life of eggs coated with oils from different sources. *J. Food Sci.* 76(5), 325–329, <https://doi.org/10.1111/j.1750-3841.2011.02177.x>
- Samli H.E., Agha A., Senkoğlu N., 2005. Effects of storage time and temperature on egg quality in old laying hens. *J. Appl. Poult. Res.* 14(3), 548–553, <https://doi.org/10.1093/japr/14.3.548>
- Scott T.A., Silversides F.G., 2000. The effect of storage and strain of hen on egg quality. *Poult. Sci.* 79, 1725–1729, <https://doi.org/10.1093/ps/79.12.1725>
- Shafey T.M., 2002. Effects of egg size and eggshell conductance on hatchability traits of meat and layer breeders flocks. *Asian-Australas. J. Anim. Sci.*, 15(1), 1–6, <https://doi.org/10.5713/ajas.2002.1>
- Sokołowicz Z., Krawczyk J., Dykiel M., 2016. Wpływ czasu przechowywania na jakość i właściwości funkcjonalne jaj od kur objętych w Polsce programem ochrony. *Żywn. Nauka Technol. Jakość* 2(105), 49–57.
- Wardy W., Torrico D.D., Jirangrat W., No H.K., Saalia F.K., Prinyawiwatkul W., 2011. Chitosan-soybean oil emulsion coating affects physico-functional and sensory quality of eggs during storage. *LWT – Food Sci. Technol.* 44(10), 2349–2355, <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2011.07.009>
- Williams K.C., 1992. Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. *World Poult. Sci.* 48(1), 5–16, <https://doi.org/10.1079/WPS19920002>

Summary. The aim of the study was to assess the possibility of the use of red grapefruit juice (*Citrus paradisi*) as a material for the hen egg shells coating, which may contribute to slowing down the ageing process during storage of eggs. The material consisted of 300 hen eggs collected

on the same day, divided into 2 equal groups. The control group (NC) were eggs whose shells were not subjected to any treatment. The experimental group (GT) was covered with freshly squeezed red grapefruit juice. The eggs were placed on the transport trays with a blunt end upwards and stored at 14°C and 70% humidity (typical conditions in the storage room). Egg quality traits were evaluated at the beginning of the experiment (day 0), then after 14 and after 28 days. After 28 days of storage, the eggs covered with grapefruit juice were characterized by a significantly ($p \leq 0.05$) larger weight loss, water conductivity of the shell and its thickness. At the same time, a significantly higher shell density ($p \leq 0.05$) and its strength ($p > 0.05$) were found. In the experimental group of eggs a considerably bigger ($p \leq 0.05$) albumen proportion in the egg weight and its higher pH on the 14th day of storage were also observed. Grapefruit juice stabilized the pH of the yolk during the 28 days of eggs storage. Based on the obtained results, it may be assumed that the use of grapefruit juice slightly reduces the negative changes in egg quality during storage.

Key words: *Citrus paradisi*, eggs preservation, eggs storage, egg quality, shells coating

Otrzymano:/ Received: 28.01.2019
Zaakceptowano:/ Accepted: 23.02.2019