

Jakość jaj oraz aktywność lizozymu w nich zawartych w zależności od gatunku drobiu grzebiącego

Justyna Batkowska¹, Kamil Drabik¹,
Karolina Wengerska¹,
Anastasiya Ramankevich²,
Damian Spustek², Dominika Krakowiak²,
Kostiantyn Vasiukov¹

Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie

¹Institut Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej

²Studenckie Koło Naukowe Biologii, Hodowli i Użytkowania Drobiu

Wstęp

Jaja konsumpcyjne zajmują znaczące miejsce w diecie człowieka. W celu ich otrzymania utrzymuje się głównie kury linii i rodów nieśnych oraz od pewnego czasu, przepiórki japońskie. Jaja od innych gatunków drobiu ze względu na ich małą liczbę w przeliczeniu na jedną samicę przeznaczają się głównie do wylęgu. Jednak teoretycznie wszystkie jaja ptasie, w tym od gatunków zaliczanych do drobiu, można uznać za konsumpcyjne. Różnice w tendencjach do ich spożycia wynikają głównie z różnic kulturowo-społecznych danego regionu. W różnych częściach świata do konsumpcji przeznaczają się jaja różnych gatunków drobiu grzebiącego lub wodnego. Ze względu na to, powstaje pytanie odnośnie do zróżnicowania jakości takich jaj.

Jaja kurze

Jaja kurze są najbardziej popularne i najłatwiej dostępne w kontekście jaj konsumpcyjnych. Poza tym uzyskany na przestrzeni lat postęp genetyczny pozwala na dostosowywanie się producentów do potrzeb konsumentów, które różnią się znacząco w zależności od regionu i zasięgu prowadzonych badań [41]. Jedną z najbardziej istotnych cech podczas zakupu jaj konsumpcyjnych jest jakość skorup, czyli ich czystość, wytrzymałość, brak uszkodzeń oraz kolor. Na pierwsze dwa wskaźniki wpływ wywierają system utrzymania niosek, warunki środowiskowe w budynku inwentarskim oraz tryb postępowania z surowcem [8, 12]. Dla polskiego rynku klasyczne są jaja o brązowych, beżowych, a także białych i kremowych skorupach. Konsumentów interesuje także masa jaj, która jest uwarunkowana m.in. poprzez czynniki genetyczne, ale także wiek nioski czy fazę nieśności. Przez wiele lat cecha ta była poddawana intensywnej pracy hodowlanej.

Ze względu na popularność jaj kurzych, często prowadzone są doświadczenia mające na celu modyfikację

składu chemicznego tego surowca w celu wprowadzenia zmian w diecie konsumenta. Jednym z najczęściej modyfikowanych składników żółtka jest cholesterol. Wiele prac wskazuje na możliwość manipulacji jego zawartością poprzez wprowadzenie zmian diety niosek, np. podanie preparatów zawierających olej rybny, organiczne związki selenu, nasiona lnu, witaminę E itd. [24, 36]. System chowu niosek również wywiera znaczący wpływ na zawartość w żółtkach tego składnika [46]. Należy jednak pamiętać, że jajo ptasie pełni przede wszystkim funkcję generatywną. Ze względu na to, wprowadzenie znacznych zmian w diecie oraz warunkach chowu ptaków może skutkować dużymi zmianami składu chemicznego jaj, ale jednocześnie przyczynić do obniżenia wskaźników zapłodnienia lub wylęgowości piskląt. Jaja kur, będące składnikami prawidłowo zbilansowanej diety stanowią ważne źródło kwasów tłuszczowych [6]. Porównując jaja od kur ras: sussex, rhode island red (RIR), żółtonóżka oraz zielononóżka kuropatwiana stwierdzono, że jaja kur rasy sussex charakteryzowały się wysoką zawartością takich pierwiastków jak magnez, miedź, czy też selen. Jaja od niosek RIR zawierały najwięcej wśród wybranych ras potasu, żelaza oraz manganu. Jaja od rodzimych polskich ras cechowały się wysoką zawartością cynku i potasu (zielononóżka) oraz wapnia i sodu (żółtonóżka) [38]. Dość często są wykazywane tendencje w kierunku wyższych wartości makro- i mikroelementów u ras lokalnych, w porównaniu z rasami lub rodami kur wysokoprodukcyjnych [26, 29].

Jaja przepiórcze

Jaja przepiórcze zajmują drugie miejsce w aspekcie popularności i dostępności po jajach kurzych. Są one jednymi z najmniejszych spośród pochodzących od ptaków zaliczanych do drobiu. Z reguły, jaja przepiórcze są białe lub kremowe, ale zdarzają się też jaja o skorupach błękitnych lub seledynowych. Charakterystyczną cechą jest ciemnobrązowe lub prawie czarne nakrapianie jaj, a rysunek ten jest indywidualny dla każdej samicy. To zróżnicowanie ubarwienia skorupy nie tylko zwiększa atrakcyjność surowca, ale wpływa także na jego jakość [11]. Masa jaj u najbardziej znanych przepiórek japońskich kształtuje się na poziomie około 10,3 g. Istnieje zależność pomiędzy masą jaja (jako jednym z najważniejszych aspektów jakości jaj według konsumenta) a osiągnięciem dojrzałości płciowej przez samicę, typem oraz etapem produkcji, czy też gęstością obsady ptaków [13]. Rasa ptaków może różnicować wszystkie cechy skorupy jaj przepiórczych, w tym grubość i proporcje w masie jaja. Wraz z wiekiem niosek, obniżeniu ulega grubość skorupy jaj, podobne tendencje dotyczą również niosek kurzych [47].

Jaja indycze

Jaja indycze wykorzystywane są niemal wyłącznie jako jaja wylęgowe. Ze względu na to większość badań, prowadzonych w kierunku jakości jaj indyczych opisuje aspekty wylęgowości oraz cech ptaków, od których jest ona zależna. Bardzo często podejmowana jest tematyka problemów w hodowli także w odniesieniu do masy jaja [37]. Stwierdzono, że wraz z wiekiem, indyczki znoszą coraz cięższe jaja, co może skutkować wydłużeniem okresu inkubacji, a także obniżeniem wskaźnika

wylęgowości [27]. Wzrost masy jaj również przekłada się na zawartość białka w stosunku do zawartości żółtka. Jednym z najważniejszych wskaźników jakości oraz świeżości jaj jest liczba jednostek Haugh'a, która w jajach pozyskiwanych od niosek indyjskich np. rasy White Holland, kształtuje się na poziomie 74,76 [19].

Jaja perlicze

Niska popularność perlic jako niosek produkujących jaja konsumpcyjne może być spowodowana niską nieśnością samic, która dodatkowo ma charakter sezonowy. Sezonowość ta jest najbardziej widoczna w warunkach chowu przydomowego, gdzie ptaki są mocno podatne na zmiany klimatyczne [40]. Chów i hodowla perlic mają różne ukierunkowania w zależności od regionu świata. Europa Zachodnia (Francja) skupia się na produkcji mięsa, podczas gdy w Europie Wschodniej (Rosja) prowadzona jest praca hodowlana w celu utworzenia różnych linii w obrębie własnych ras, które będą się charakteryzowały wysoką nieśnością, auto-seksingiem itp. [45].

Takie cechy jaj perliczych, jak masa żółtka, czy liczba jednostek Haugh'a są porównywalne do odpowiednich cech jaj, pozyskanych od kur ras niedoskonalonych, jak zielononóżka kuropatwiana. Zauważalny jest niższy udział białka w jajach perlic [40]. Interesujące jest porównanie jakości jaj niektórych odmian perlicy domowej, mianowicie: perłowszarej, lawendowej, królewskiej fioletowej oraz białej. Kgwatalala i in. [21] odnotowali, że najniższą masą skorupy cechują się jaja pozyskane od odmiany lawendowej (5,58 g), natomiast procentowy udział skorupy był najwyższy u ptaków perłowszarych oraz białych (odpowiednio 14,66% oraz 17,44%). Analizując jakość jaj oraz ich skład chemiczny w zależności od pochodzenia wydzielono grupy perlic nieśnych popielatych, czarnych, perłowszarych oraz białych [4]. Nie wykazano istotnych różnic w przypadku udziału białka surowego, natomiast odnotowano nieco niższe ilości popiołu surowego w przypadku popielatych ptaków. Wykazano dość wysoką zawartość cholesterolu w żółtkach jaj perliczych, w porównaniu do kurzych oraz indyjskich, nie odnotowano natomiast istotnych różnic, jeśli chodzi o udział procentowy trójglicerydów [3]. Wzrostowi popularności perlic może sprzyjać fakt, że pochodzące od nich jaja nie wywołują reakcji alergicznych u ludzi, którzy mają zdiagnozowane uczulenie na białka jaja kurzego [28].

Jaja bażancie

Bażant może być najmniej kojarzony z produkcją nieśną, jednak jest on zaliczany do drobiu i stanowi interesujący obiekt badań, zwłaszcza w aspekcie wzrastającej popularności mięsa od ptaków „dzikich”. Poddając analizie jaja bażantów węgierskich złocisto obrączkowanych oraz lokalnych tureckich bażantów łownych, podzielono ptaki odchowane według masy ciała, tworząc cztery grupy doświadczalne [23]. Ptaki z grupy kontrolnej charakteryzowały się optymalną masą ciała, co przełożyło się na ilość oraz jakość pozyskiwanych od nich jaj. Porównując różne gatunki bażantów, tj. bażanta łownego, złocistego i srebrnego, stwierdzono podobieństwo zawartości poszczególnych składników chemicznych w jajach, odnotowano natomiast zróżnicowanie

w cechach fizycznych jaj (masa, kształt) [2]. Analizując jakość jaj bażanta łownego w kwietniu oraz czerwcu, stwierdzono, iż jaja zniesione w czerwcu charakteryzowały się istotnie wyższą zawartością kwasu tłuszczowego C16:0 i niższą zawartością kwasu C24:0 w porównaniu do jaj zbieranych w kwietniu [15]. Mogło to wynikać przede wszystkim ze zróżnicowania w diecie samic w okresie wczesnowiosennym i późniejszym.

Poza standardowymi wskaźnikami jakości jaj interesująca jest kwestia aktywności substancji bioaktywnych, zawartych przede wszystkim w białku jaj. W świetle obecnych tendencji w farmakologii medycynie oraz weterynarii popularności nabierają naturalne substancje wykorzystywane w profilaktyce, a także leczeniu chorób ludzi i zwierząt. Na przykład lizozym, zawarty w białkach jaj drobiu, ma naturalne właściwości bakterio- oraz wirusobójcze i ma szerokie zastosowanie w przemyśle spożywczym, oraz farmaceutyce.

Celem pracy była porównawcza analiza jakości oraz określenie aktywności lizozymu w białku jaj pozyskanych od wybranych gatunków drobiu grzebiącego.

Materiał i metody

Do analizy wybrano jaja od kury domowej (*Gallus gallus domesticus*), przepiórki japońskiej (*Coturnix japonica*), indyka domowego (*Meleagris gallopavo*), perlicy domowej (*Numida meleagris*) oraz bażanta łownego (*Phasianus colchicus*) utrzymywanych w warunkach hodowlanych. Wybór podyktowany był tym, że są to ptaki zaliczane do drobiu grzebiącego, a produkt jajczarski pozyskiwany od tych gatunków uważa się za bezpieczniejszy niż ten od drobiu wodnego, a także faktem, że jaja drobiu grzebiącego są bardziej typowe dla rynku europejskiej części Eurazji.

Materiał badawczy stanowiły pochodzące z zakupu jaja kurze (linii tetra SL utrzymywanej w systemie klatkowym), przepiórcze (faraon z chowu klatkowego), indyjskie (bronz szerokopierśne w chowie wybiegowym), perlicze (odmiany perłowszarej w chowie wybiegowym) oraz bażancie (od bażanta łownego w chowie wolierowym) w ilościach po 30 sztuk każdego gatunku. Wybór gatunków podyktowany jest zaliczeniem wyżej wymienionego ptactwa domowego do drobiu grzebiącego, który ma znaczenie gospodarcze. Jaja od kur nieśnych stanowiły swoistą grupę odniesienia dla jaj pozostałych gatunków. Wszystkie ptaki utrzymywane były zgodnie z przyjętym ustawodawstwem, odpowiednim dla każdego z gatunków [31, 32, 39]. Zostały zachowane wszelkie normy dotyczące wymogów sanitarno-higienicznych oraz dobrostanu. Na poszczególnych etapach stosowano komercyjne, pełnoporcjowe mieszanki paszowe dostosowane do wieku drobiu doświadczalnego.

Wszystkie jaja analizowano w dniu ich zniesienia w terminach od marca do września, z uwagi na sezonowość nieśności niektórych gatunków (indyk, perlica, bażant). Jaja zostały opisane indywidualnie, natomiast ocenę przeprowadzono w laboratorium oceny jakości jaj w Instytucie Biologicznych Podstaw Produkcji Zwierzęcej Wydziału Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki UP w Lublinie. Do badań wykorzystano zestaw analityczny EQM (Egg Quality Measurement, TSS®) oraz aparat obciążę-

niowy Instron mini 55®. Analizie poddano następujące wskaźniki jakości jaj:

Cechy całego jaja:

- indeks kształtu jaja (stosunek długości osi długiej do osi krótkiej), mierzony suwmiarką elektroniczną;
- masa przy użyciu wagi elektronicznej z dokładnością do 0,1 g;
- masa właściwa oceniana na podstawie pomiaru masy jaja w powietrzu i w wodzie wg prawa Archimedesasa;
- procentowy udział elementów morfologicznych obliczany na podstawie stosunku ich masy do masy całego jaja.

Cechy skorupy:

- wytrzymałość na zgniecenie, określona jako siła niezbędna do pęknięcia skorupy, oznaczona na aparacie Instron 55 Mini®;
- kolor – przedstawiony jako procent odbitego światła (w liczbach całkowitych od 0 do 100);
- grubość określona za pomocą śruby mikrometrycznej;
- masa przy użyciu wagi elektronicznej z dokładnością do 0,1 g;
- gęstość na podstawie oszacowanej powierzchni i objętości skorupy [34].

Cechy białka:

- wysokość – mierzona poprzez kontakt czujnika EQM z powierzchnią białka gęstego;
- odczyn – z wykorzystaniem pehametru z elektrodą szklaną kombinowaną;
- jednostki Haugh'a [43].

Cechy żółtka:

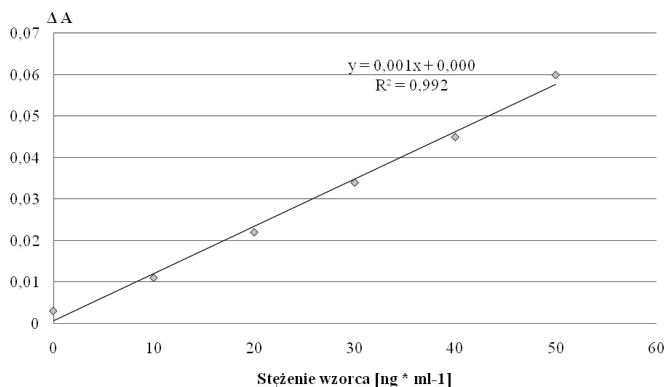
- masa mierzona przy użyciu wagi elektronicznej z dokładnością do 0,01 g;
- kolor oznaczono za pomocą 16-stopniowej skali Roche'a (DSM®);
- odczyn – z wykorzystaniem pehametru z elektrodą szklaną kombinowaną.

Oznaczanie aktywności lizozymu

W czasie destrukcyjnej oceny jakości jaj pobierano próby białka do przeprowadzenia analizy aktywności hydrolitycznej lizozymu. Z każdego jaja pobrano 1 próbę białka. Dokonano pomiaru zmian absorbancji zawiesiny bakteryjnej po poddaniu jej działaniu lizozymu [25]. W celu wykonania pomiaru wykonano zawiesinę bakterii *Micrococcus lysodeiticus* w buforze fosforanowym (1/15 M) o pH wynoszącym 6,24. Zawiesinę przygotowuje się w sposób doświadczalny, tak aby uzyskana absorbancja ($\lambda=450$ nm) mieściła się w zakresie 0,55-0,60. Tak przygotowana zawiesina wykorzystywana jest zarówno do wykreślenia krzywej wzorcowej, jak i zasadniczych analiz. Krzywą wzorcową wykonano poprzez dodanie 10 μ l wzorca lizozymu o stężeniach 10, 20, 30, 50, 100 μ g/ml i znanej aktywności hydrolitycznej do wcześniej przygotowanej zawiesiny bakterii. Pomiar absorbancji przeprowadzono dwukrotnie – przed dodaniem wzorców lizozymu oraz 60 sekund po ich dodaniu.

Po dokładnym wymieszaniu próby białka przy użyciu wortexu pobrano po 1 ml białka do analizy aktywności lizozymu. Następnie pobrane białko rozcieńczono wodą destylowaną do objętości 100 cm^3 i ponownie dokładnie

wymieszano. Pomiar aktywności hydrolitycznej lizozymu w białku wykonano analogicznie jak krzywą wzorcową z tą różnicą, że wzorce zostały zastąpione próbą badaną. Pomiar wykonano trzykrotnie, a jako wynik finalny przyjęto średnią arytmetyczną z pomiarów, dla których różnica odczytów jest nie większa, niż 0,02. Rysunek 1 pokazuje krzywą wzorcową, wykreśloną przed przeprowadzeniem analiz aktywności hydrolitycznej lizozymu, według której odczytywano wyniki pomiarów.



Rys 1. Krzywa wzorcowa aktywności hydrolitycznej lizozymu

Uzyskane dane opracowano statystycznie z użyciem pakietu statystycznego SPSS 24.0 [18]. Porównania grup dokonano z wykorzystaniem jednoczynnikowej analizy wariancji oraz testu porównań wielokrotnych Tukey'a. Wyniki przedstawiono w formie średnich i odchylenia standardowego w formie tabel, a także zilustrowano wykresami.

Wyniki i dyskusja

Jakość jaj drobiu uzależniona jest nie tylko od czynników środowiskowych (system chowu, żywienie, mikroklimat itd.), ale również genetycznych, takich jak gatunek czy rasa. Analiza cech jakościowych całych jaj (tab. 1) potwierdza znaną zależność dotyczącą masy jaj ptactwa grzebiącego, największe jaja pochodzą od indyczek, co znajduje odzwierciedlenie również w innych pracach. Średnio masa jaj indycznych wynosi około 89 g [14]. Z kolei, jaja najmniejsze pochodzą od przepiórek, podobną masę jaj tego gatunku odnotowali również Chimezie i in. [10]. Istotne różnice wykazano także w przypadku jaj pozostałych gatunków drobiu. Warte uwagi jest to, iż zbliżone wartości indeksu kształtu osiągały jaja od bażantów, przepiórek i kur oraz perlic i kur. Najwyższą masą właściwą charakteryzowały się jaja perlicze, co może też być związane z charakterystyką jakościową skorup jaj tego gatunku ptaków. Ważne jest stwierdzenie zależności pomiędzy masą właściwą jaja a wytrzymałością jego skorupy, są to cechy dodatnie skorelowane [22].

Istnieje ścisła zależność pomiędzy masą jaj ptactwa domowego a zawartością w nim białka oraz żółtka [33]. Podczas analizy udziału procentowego elementów morfologicznych jaja wykazano najwyższy udział skorupy w jajach perlic, na poziomie 19,34%. Najwyższą zawartością białka cechowały się jaja kurze (61,36%). Nieco niższe zawartości białka w jajach kurzych o podobnej

Tabela 1

Cechy jakości całych jaj w zależności od gatunku drobiu grzebiącego

Cecha	Gatunek ptaków										
	Kura		Przepiórka japońska		Indyk		Perlica		Bażant		
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	
Indeks kształtu	0.771bc	0.025	0.792c	0.023	0.696a	0.043	0.747b	0.029	0.793c	0.022	
Masa (g)	60.83d	4.154	9.77a	0.902	81.77e	6.638	39.28c	1.474	30.53b	3.418	
Masa właściwa (g/cm ³)	1.090b	0.021	1.071a	0.007	1.071a	0.007	1.121c	0.007	1.068a	0.022	
Proporcje (%)	skorupy	13.56a	1.081	13.61a	1.739	13.08a	0.828	19.34b	0.917	13.30a	0.932
	białka	61.36c	2.186	59.80c	3.479	55.79b	2.479	48.28a	1.600	54.34b	2.409
	żółtka	25.10a	1.657	26.60a	3.398	31.13b	2.391	32.38b	1.151	32.39b	2.823

a, b – średnie w wierszu różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

masie odnotowali Hanusová i in. [16]. Prace innych badaczy dotyczące ras lokalnych również wskazują na znaczne zróżnicowanie w obrębie proporcji elementów morfologicznych w masie jaja [1]. Z kolei, jaja perlicze zawierały 48,28% białka, przy czym, zawartość żółtka w tych jajach wyniosła 32,38%. Jest to wynik wysoki i bardzo pożądany, gdyż żółtko jest najbardziej cennym elementem jaja i jednym z kluczowych wskaźników jakości, jeśli chodzi o opinie konsumenckie.

Kolejnym ważnym elementem analizy była ocena jakości skorupy jaj (tab. 2), pochodzących od różnych gatunków drobiu grzebiącego. Najjaśniejszą barwą skorupy wyrażoną najwyższym procentem odbitego światła odznaczały się jaja indycze, najciemniejsza skorupa charakteryzowała jaja perlic. Natomiast, zbliżone wyniki uzyskano w przypadku skorup jaj bażancich, przepiórczych oraz kurzych. Kolor skorupy jest uwarunkowany w zasadzie wyłącznie genetycznie [30], tu zależy od gatunku ptaków (tab. 2).

Wytrzymałość skorup ma kluczowe znaczenie w obrocie surowcem jajczarskim bez względu na jego przeznaczenie (jaja konsumpcyjne czy wylęgowe). W niniejszej pracy najwyższe wartości siły potrzebnej do pęknięcia skorupy uzyskano dla jaj perliczych (143,51 N), a najniższe dla jaj przepiórczych (11,48 N). W analizie

masz skorup jaj zróżnicowanie cechy w zależności od gatunku ptaków było istotne statystycznie. Przy czym, po raz kolejny, najniższą wartość odnotowano przy masie skorupy jaj przepiórczych (1,33 g), gdyż te jaja były najmniejsze. Nieco wyższe wyniki masy skorup w jajach tego gatunku odnotowali Drabik i in. [11]. Masa skorup jaj o standardowym nakrapianiu wyniosła 1,81 g, a o kolorze niebieskim (mutacja celadon) 1,70 g. Być może, różnice pomiędzy wspomnianymi rezultatami a wynikiem własnym wynikają z różnic genotypowych ptaków doświadczalnych. Masa skorup perliczych to 7,60 g, co jest zbliżone z danymi z piśmiennictwa [40]. Najcięższe skorupy należały do jaj indyczych, 10,70 g (jaja o największej masie). Mróz i in. [27] podają nieco niższy wynik masy skorupy dla jaj o podobnej masie (9 g), taka rozbieżność może być wywołana faktem, iż w badaniu własnym wykorzystano jaja od rasy indyków bronz szerokopierśny, natomiast wyżej wspomniany autorzy wykorzystali w swoim doświadczeniu specjalizowaną linię mięsną (białe szerokopierśne BUT 6), co się wiąże ze stratami na jakości konsumpcyjnej jaj.

Najwyższą grubością skorupy charakteryzowały się jaja perlicze (0,465 mm). Nieco niższy niż dla perlicy jest wynik badania grubości skorupy jaja indyczego, który wyniósł 0,360 mm. Z kolei, jaja bażanta zwyczajnego

Tabela 2

Cechy jakości skorupy jaj w zależności od gatunku drobiu grzebiącego

Cecha	Gatunek ptaków									
	Kura		Przepiórka japońska		Indyk		Perlica		Bażant	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Kolor (%)	24.35a	3.570	27.30a	6.380	57.40c	5.830	33.90b	3.000	27.25a	5.680
Wytrzymałość (N)	44.31c	2.980	11.48a	2.910	45.15c	14.210	143.51d	16.290	32.96b	10.400
Masa (g)	8.24d	0.830	1.33a	0.180	10.70e	1.040	7.60c	0.490	4.04b	0.400
Grubość (mm)	0.326b	0.040	0.184a	0.043	0.360c	0.039	0.465d	0.030	0.205a	0.029
Powierzchnia (cm ²)	73.33d	3.310	21.84a	1.330	89.17e	4.750	54.91c	1.370	46.42b	3.540
Objętość (cm ³)	2.39c	0.320	0.40a	0.080	3.21d	0.390	2.55c	0.200	0.95b	0.120
Gęstość (g/cm ³)	3.50b	0.560	3.46b	0.810	3.35ab	0.300	2.98a	0.110	4.31c	0.560

a, b – średnie w wierszu różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Tabela 3

Cechy jakości białka jaj w zależności od gatunku drobiu grzebiącego

Cecha	Gatunek ptaków									
	Kura		Przepiórka japońska		Indyk		Perlica		Bażant	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Wysokość (mm)	8.49d	1.03	3.35a	0.99	6.43c	0.75	6.08bc	1.35	5.27b	1.06
Jednostki Haugh'a	92.70c	6.22	83.94b	6.09	72.01a	8.38	84.32b	6.97	82.44b	8.34
Masa (g)	37.36c	3.36	5.84a	0.61	45.70d	5.16	18.99b	0.86	16.58b	1.85
pH	8.30a	0.16	9.25c	0.07	8.77b	0.06	9.27c	0.08	9.28c	0.15

a, b – średnie w wierszu różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

oraz przepiórki charakteryzowały się porównywalnie cienkimi skorupami. Powierzchnia oraz objętość skorup są szacowane bezpośrednio na podstawie masy jaja, zatem relacje międzygatunkowe również są podobne.

Wysokość białka (tab. 3) świadczy m.in. o wieku ptaków, ich zdrowotności, a także o świeżości surowca jajczarskiego. Odnotowano dość niską wysokość białka jaja indyczego, w porównaniu do innych prac [17] (6,43 mm vs. 8,42 mm), co mogło wynikać z mniejszej masy jaj w doświadczeniu własnym. Największą wysokość białka gęstego odnotowano w jajach kurzych.

Liczba jednostek Haugh'a jest ważnym wskaźnikiem jakości białka oraz świeżości surowca jajczarskiego. Najwyższą wartość tej cechy odnotowano w jajach kurzych, co może wynikać z pracy hodowlanej prowadzonej w kierunku poprawy jakości surowca jajczarskiego. Wartości odnotowane dla jaj przepiórczych, bażancich oraz perliczych były porównywalne, przy czym dość wysokie. Niski wskaźnik JH w białku jaj indyczych może potwierdzać fakt prowadzenia selekcji tych ptaków wyłącznie w kierunku poprawy cech związanych z mięsnością. Opisane wartości pH wskazują na świeżość wybranych do analizy jaj. Jednak najwyższe wartości odnotowano dla jaj przepiórczych, bażancich i perliczych.

Żółtko (tab. 4) jest najbardziej bogate w składniki odżywcze. Analiza jakości tego elementu morfologicznego zaczyna się od oceny jego koloru, którego intensywność zależy w dużej mierze od żywienia ptaków, a zwłaszcza udziału karotenoidów w paszy [7]. Konsument zwraca uwagę na kolor żółtka. Za pożądany uważany jest kolor pomiędzy nasyconym pomarańczowym a bladym żółtym (8 pkt) [41]. Wynik analizy koloru żółtka wskazuje na to, iż najbliższej preferencji konsumenckich jest żółtko jaj indyczych (9,95 pkt), następnie przepiórczych (9,10 pkt)

oraz perliczych (9,95 pkt). Żółtko jaja bażanta łownego było nieco ciemniejsze, co mogło wynikać z faktu, że pasze dla tych ptaków są bogatsze w surowce roślinne. Masa żółtka była mocno uzależniona od gatunku ptaków i wielkości samego jaja. Zaobserwowano tendencje dodatnie pomiędzy wzrostem masy jaja a wzrostem masy żółtka u wybranych do badania gatunków [20], podobnie jak to miało miejsce przy analizie jakości białka jaj. Odczyn żółtka, podobnie jak białka, może wskazywać na świeżość surowca. Odnotowano niewielkie różnice tej cechy u badanych gatunków drobiu. Natomiast, wyniki własne potwierdzają ogólne wartości, jakie przyjmuje pH żółtka jaj drobiu grzebiącego [8, 42].

Oprócz typowych cech jakościowych podjęto próbę oceny aktywności lizozymu w białkach jaj w zależności od gatunku drobiu grzebiącego. W jaju kurzym lizozym stanowi ok. 3,5% wszystkich białek [44]. Jego zadaniem jest ochrona treści jaja, a przede wszystkim zarodka, przed wniknięciem i rozwojem obcych mikroorganizmów. Lizozym rozkłada wiązania beta-1-4-glikozydowe pomiędzy N-acetyloglukozaminą a kwasem N-acetylmuraminowym oddziałując destrukcyjnie na ściany komórkowe bakterii. Odnotowano wpływ muramidazy przede wszystkim na bakterie Gram-dodatnie [9], niestety, analogiczne właściwości tego białka w kierunku do bakterii Gram-ujemnych są o wiele niższe.

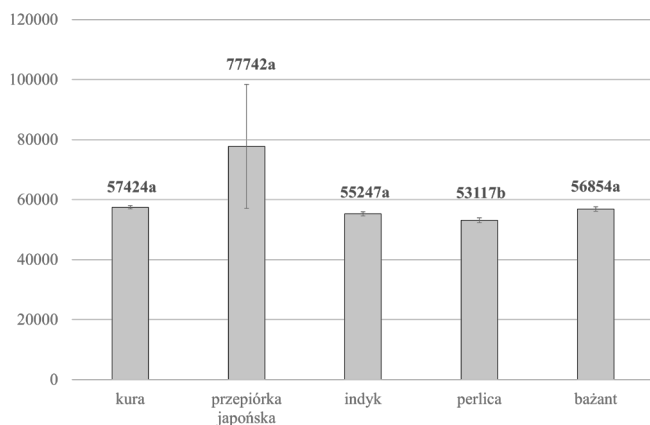
Rysunek 2 przedstawia zależność pomiędzy aktywnością hydrolityczną lizozymu a pochodzeniem białka jaj. Zaobserwowano najwyższy wynik w przypadku prób białka jaj przepiórczych (77 742 U/ml). Jest to wartość niemal dwukrotnie wyższa w porównaniu do pozostałych gatunków ptaków objętych doświadczeniem. Wyniki aktywności hydrolitycznej muramidazy u pozostałych gatunków nie były zróżnicowane statystycznie. Należy

Tabela 4

Cechy jakości żółtka jaj w zależności od gatunku drobiu grzebiącego

Cecha	Gatunek ptaków									
	Kura		Przepiórka japońska		Indyk		Perlica		Bażant	
	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD	\bar{x}	SD
Kolor (pkt)	13.35d	0.88	9.10ab	0.45	7.95a	0.69	9.95bc	0.51	10.60c	2.66
Masa (g)	15.23d	1.06	2.61a	0.46	25.38e	2.01	12.74c	0.69	9.93b	1.62
pH	6.27b	0.06	6.10a	0.14	6.18ab	0.11	6.18ab	0.16	6.27b	0.11

a, b – średnie w wierszu różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$



a, b – średnie różnią się istotnie przy $p \leq 0,05$

Rys 2. Aktywność lizozymu białka jaja w zależności od gatunku drobiu grzebiącego

zwrócić uwagę na zbliżone wartości uzyskane dla białka jaj bażanta łownego oraz kury, co może być związane z bliskim pokrewieństwem tych ptaków. Z kolei, najniższą aktywność lizozymu odnotowano w białku jaj perliczych (53 117 U/ml), co z kolei może wynikać z faktu, że jaja te posiadają najgrubszą skorupę, pełniącą funkcję ochronną treści jaja. W przypadku jaj kurzych uzyskany wynik różnił się od wyników dostępnych w literaturze. Oceniając aktywność hydrolityczną muramidazy w białku jaj pochodzących od kur mięsnych ROSS 308 uzyskany wynik był niemal dwukrotnie niższy od wyniku w niniejszej pracy. Różnica ta może wynikać z typu użytkowego ptaków doświadczalnych [5]. Badając jakość jaj bażanta zwyczajnego odnotowano wzrost aktywności hydrolitycznej lizozymu wraz z wiekiem ptaków [15]. Aktywność tej substancji w jajach znoszonych w kwietniu wynosiła 58 259 U/ml, podczas gdy w czerwcu wzrosła do 66 294 U/ml. Aktywność hydrolityczna lizozymu jest ściśle związana z odczynem białka. Wzrost odczynu może przyczynić się do inaktywacji enzymu, co nie znajduje potwierdzenia w badaniach własnych, jaja przepiórcze, w których aktywność lizozymu była najwyższa, charakteryzowały się także wysokim pH białka [35].

Podsumowanie

Indeks kształtu jaj oraz ich masa były charakterystyczne dla każdego z gatunków drobiu. Najkorzystniejszy udział żółtka odnotowano w jajach perliczych, bażanich oraz indyckich, jaja kurze oraz przepiórcze charakteryzowała najwyższa zawartość białka. Jaja perlicze wyróżniały się najwyższym udziałem procentowym skorupy, w stosunku do całego jaja i wykazywały największą wytrzymałość tego elementu. Najłabsze skorupy stwierdzono w jajach przepiórczych.

Najlepsza jakość białka wyrażona w jednostkach Haugh'a charakteryzowała jaja kurze, a najgorsza jaja indyckie. Żółtko jaja kurzego charakteryzowało się bardziej intensywną, pomarańczową barwą, podczas gdy żółtko jaja indyckiego było bliżej koloru żółtego (słonecznego). Najwyższą aktywnością hydrolityczną lizozymu charakteryzowały się próby białka jaj przepiórczych, najniższą zaś białka jaj perlic. Wyniki dotyczące perlic, kur, bażantów oraz indyków były porównywalne.

Uzyskane wyniki wskazują na perspektywę rozwoju chowu i hodowli innych gatunków drobiu w celu pozyskania surowca jajczarskiego, w tym konsumpcyjnego, o wysokiej jakości. Wysoka aktywność lizozymu w jajach przepiórczych może stanowić dodatkowy atut tego gatunku jako ptaka modelowego i doświadczalnego.

Literatura: 1. Al-Obaidi F.A., Al-Shadeedi Sh.M.J., 2017 – Comparison some native fowls (chicken, mallard ducks, quail and turkey) in components and chemical composition of the eggs in Iraq. *Al-Anbar Journal of Veterinary Sciences* 10 (1), 65-9. 2. Al-Obaidi F.A., 2017 – Comparative study of egg morphology, components and chemical composition of some pheasant groups reared in Baghdad. *Journal of Genetic and Environmental Resources Conservation* 5 (2), 79-83. 3. Al-Shadeedi Sh.M.J., 2019 – Comparison of weight, components and chemical composition of eggs in guinea fowl, turkey, and domestic chicken. *Journal of World's Poultry Research* 9 (4), 240-244. 4. Ayorinde K.L., 1987 – Physical and chemical characteristics of the eggs of four indigenous guinea fowls (*Numida meleagris galeata, pallas*) in Nigeria. *Nigerian Journal of Animal Production* 14, 125-128. 5. Banaszewska D., Biesiada-Drzazga B., Ostrowski D., Drabik K., Batkowska J., 2019 – The impact of breeder age on egg quality and lysozyme activity. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences* 43 (5), 583-589. 6. Batkowska J., Drabik K., Brodacki A., Czech A., Adamczuk A., 2021 – Fatty acids profile, cholesterol level and quality of table eggs from hens fed with the addition of linseed and soybean oil. *Food Chemistry* 334, 127612. 7. Bovšková H., Miková K., Panovská Z., 2014 – Evaluation of egg yolk colour. *Czech Journal of Food Sciences* 32 (3), 213-217. 8. Calik J., 2013 – Zmiany cech jakościowych jaj, pochodzących od kur nieśnych żółtonóżka kuropatwiana (Z-33), w zależności od warunków ich przechowywania. *Zywność. Nauka. Technologia. Jakość* 20 (2), 73-79. 9. Cegielska-Radziejewska R., Lesnierowski G., Kijowski J., 2009 – Antibacterial activity of hen egg white lysozyme modified by thermochemical technique. *European Food Research and Technology* 228 (5), 841-845. 10. Chimezie V.O., Fayeye T.R., Ayorinde K.L., Adebunmi A., 2017 – Phenotypic correlations between egg weight and some egg quality traits in three varieties of Japanese quail (*Coturnix coturnix japonica*). *Agrosearch* 17 (1), 44-53. 11. Drabik K., Batkowska J., Vasiukov K., Pluta A., 2020 – The impact of eggshell colour on the quality of table and hatching eggs derived from Japanese quail. *Animals* 10 (2), 264. 12. Ebeid T.A., Suzuki T., Sugiyama T., 2012 – High ambient temperature influences eggshell quality and calbindin-D28k localization of eggshell gland and all intestinal segments of laying hens. *Poultry Science* 91 (9), 2282-2287. 13. Genchev A., 2012 – Quality and composition of Japanese quail eggs (*Coturnix japonica*). *Trakia Journal of Sciences* 10 (2), 91-101. 14. Ghane A.E., Duncan I.J., Bédécarrats G.Y., 2015 – Changes in physical and chemical characteristics of turkey eggs throughout a laying cycle. *Journal of Applied Poultry Research* 24 (4), 520-528. 15. Górecki M.T., Nowaczewski S., Grzegorzółka B., Szablewski T., Stuper-Szablewska K., Rudzińska M., Gruszczynska J., 2020 – Morphological and biochemical traits of pheasant *Phasianus colchicus* eggs in relation to embryo sex and egg laying date. *Animal Science Papers & Reports* 38 (2), 181-194. 16. Hanusová E., Oravcová M., Hanus A., Hrnčár C., 2020 – Comparative study of selected production traits of different oravka hen lines. *Slovak Journal of Animal Science* 53 (02), 86-91. 17. Hristakieva P., Lalev M., Oblakova M., Mincheva N., Ivanova I., 2011 – Effect of storage duration on the quality of hatching turkey eggs. *Archiva Zootechnica* 14 (3), 57. 18. IBM Corporation, IBM SPSS Statistics for Windows, Version 24.0. Armonk, NY, 2016. 19. Ibrahim S.E., 2016 – Effect of dietary humic acid supplementation on egg production, egg quality and fertility of turkey hens. *Journal of Animal and Poultry Production* 7 (2), 59-65. 20. Jaffé W.P., 1964 – The relationships between egg weight and yolk weight. *British Poul-*

try Science 5 (3), 295-298. **21. Kgwatalala P.M., Bolebano L., Nsoso S.J.**, 2013 – Egg quality characteristics of different varieties of domesticated helmeted guinea fowl (*Numida meleagris*). International Journal of Poultry Science 12 (4), 245-250. **22. Kibała L., Rozempolska-Rucińska I., Kasperek K., Zięba G., Łukaszewicz M.**, 2018 – Eggshell qualities as indicative of eggshell strength for layer selection. Brazilian Journal of Poultry Science 20 (1), 99-102. **23. Kirikçi K., Çetin O., Günlü A., Garip M.**, 2004 – Effect of hen weight on egg production and some egg quality characteristics in pheasants (*Phasianus colchicus*). Asian-Australasian Journal of Animal Sciences 17 (5), 684-687. **24. Kurtoglu V., Kurtoglu F., Seker E., Coskun B., Balevi T., Polat E.S.**, 2004 – Effect of probiotic supplementation on laying hen diets on yield performance and serum and egg yolk cholesterol. Food additives and contaminants 21 (9), 817-823. **25. Leśniewski G., Kijowski J.**, 1996 – Budowa i ogólna charakterystyka lizozymu [muramidazy]. Żywność. Technologia. Jakość 3, 6-13. **26. Lordelo M., Cid J., Cordovil C. M., Alves S. P., Bessa R. J., Carolino I.**, 2020 – A comparison between the quality of eggs from indigenous chicken breeds and that from commercial layers. Poultry Science 99 (3), 1768-1776. **27. Mróz E., Stępińska M., Krawczyk M.**, 2014 – Morphology and chemical composition of turkey eggs. The Journal of Applied Poultry Research 23 (2), 196-203. **28. Revyakina V.A., Kuvshinova E.D., Larkova I.A., Sentsova T.B., Mukhor-tykh V.A., Vorozhko I.V.**, 2017 – Alternative products for the diet of patients with chicken egg allergy. Nutrition Issues 86 (3), 77-81. **29. Rizzi C., Chiericato G.M.**, 2010 – Chemical composition of meat and egg yolk of hybrid and Italian breed hens reared using an organic production system. Poultry Science 89 (6), 1239-1251. **30. Roberts J.R.**, 2004 – Factors affecting egg internal quality and egg shell quality in laying hens. The Journal of Poultry Science 41 (3), 161-177. **31. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 15 lutego 2010 w sprawie wymagań i sposobu postępowania przy utrzymywaniu gatunków zwierząt gospodarskich, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej (Dz. U. 2010, nr 56, poz. 344, wraz z późn. zm.: Dz. U. 2010, nr 171, poz. 1157 i Dz. U. 2011, nr 282, poz. 1652).** **32. Rozporządzenie Ministra Rolnictwa i Rozwoju Wsi z 28 czerwca 2010 w sprawie minimalnych warunków utrzymywania gatunków zwierząt gospodarskich innych niż te, dla których normy ochrony zostały określone w przepisach Unii Europejskiej (Dz. U. 2010, nr 116, poz. 778, tekst jednolity Dz. U. 2019, poz. 1966).** **33. Şekeroğlu A., Altuntaş E.**, 2009 – Effects of egg weight on egg quality characteristics. Journal of the Science of Food and Agriculture 89 (3), 379-383. **34. Shafey T.M.**, 2002 – Effects of egg size and eggshell conductance on hatchability traits of meat and layer breeders flocks. Asian Australasian Journal of Animal Science 15 (1), 1-6. **35. Smolelis A.N., Hartsell S.E.**, 1951 – Occurrence of lysozyme in bird egg albumins. Proceedings of the Society for Experimental Biology and Medicine 76 (3), 455-455. **36. Sujatha T., Narahari D.**, 2011 – Effect of designer diets on egg yolk composition of 'White Leghorn' hens. Journal of food science and technology 48 (4), 494-497. **37. Sun C., Liu J., Yang N., Xu G.**, 2019 – Egg quality and egg albumen property of domestic chicken, duck, goose, turkey, quail, and pigeon. Poultry Science 98 (10), 1-6. **38. Szablewski T., Gornowicz E., Stuper-Szablewska K., Kaczmarek A., Cegielska-Radziejewska R.**, 2013 – Skład mineralny treści jaj kur ras zachowawczych z chowu ekologicznego. Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 5 (90), 42-51. **39. Ustawa o ochronie zwierząt z dnia 21 sierpnia 1997 roku (Dz. U. 1997, nr 111, poz. 724; tekst jednolity Dz. U. 2020, poz. 638).** **40. Vasiukov K., Chabroszewska P., Zańko W., Drabik K., Batkowska J.**, 2017 – Nieśność oraz jakość jaj perlic w chowie przydomowym (The laying production and eggs quality of guinea fowl in backyard rearing). Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce, Nauki przyrodnicze, Hodowla Zwierząt i Weterynaria, Poznań, 131-137. **41. Wengerska K., Woronowa A., Wajcht A., Wargala E., Stopyra M., Drabik K., Batkowska J.**, 2020 – Preferencje konsumentów jaj w regionie Lubelszczyzny. Badania i Rozwój Młodych Naukowców w Polsce, Nauki przyrodnicze – fauna i hodowla zwierząt, Poznań, 102-108. **42. Wilkanowska A., Kokoszyński D.**, 2010 – Porównanie składu morfologicznego i jakości treści jaj perlic perłowszarych i białych. Acta Scientiarum Polonorum. Zootechnica 9 (1), 47-53. **43. Williams, K.C.**, 1992 – Some factors affecting albumen quality with particular reference to Haugh unit score. World's Poultry Science Journal 48, 5-16. **44. You S.J., Udenigwe C.C., Aluko R.E., Wu J.**, 2010 – Multifunctional peptides from egg white lysozyme. Food Research International, 43 (3), 848-855. **45. Zabiakin V.A., Kropotowa A.L., Konakova N.I., Svetlakova M.N.**, 2016 – Economic-useful internalss of guinea-fowls of gene pool herd. Current Problems of Medicine and the Natural Sciences: Proceedings of an International Scientific Conference, 73-77. **46. Zemková L., Simeonovová J., Lichovníková M., Somerlíková K.**, 2007 – The effects of housing systems and age of hens on the weight and cholesterol concentration of the egg. Magnesium (g/kg). Czech Journal of Animal Science 52 (4), 110-115. **47. Zita L., Tůmová E., Štolc L.**, 2009 – Effects of genotype, age and their interaction on egg quality in brown-egg laying hens. Acta Veterinaria Brno 78 (1), 85-91.

Quality and lysozyme activity of eggs depending on the species of Galliformes

Summary

The aim of the study was to analyse the quality and hydrolytic lysozyme activity of the eggs of five species of Galliformes: domestic chicken, Japanese quail, domestic turkey, domestic guinea fowl, and pheasant. The study was conducted on 150 eggs (30 from each species). The analysis included characteristics of the whole egg and its components, i.e. the shell (strength, colour, weight, thickness, surface area, volume, and density), albumen (height, Haugh units, weight, and pH), and yolk (colour, weight, and pH). Eggs were broken to collect albumen samples for further analysis of the hydrolytic activity of lysozyme. General trends in the egg weight of the poultry species were confirmed. The most favourable percentage of yolk was recorded in the pheasant, turkey and guinea fowl eggs. The highest percentage of albumen was obtained for chicken and quail eggs. Guinea fowl eggs had the highest share of shell, and these shells also had the highest values for strength and thickness (143.51 N and 0.6465 mm). The lowest values of these traits were found in Japanese quail eggs (11.48 N and 0.184 mm). Haugh units were highest for chicken eggs and lowest for turkey eggs. The highest hydrolytic activity of lysozyme was found in Japanese quail eggs, at 77 742 U/ml. The values in the egg albumen of the other poultry species were not significantly different.

KEY WORDS: *Gallus gallus domesticus*, *Coturnix japonica*, *Meleagris gallopavo*, *Numida meleagris*, *Phasianus colchicus*, muramidase