

Monika Wereńska*, Andrzej Okruszek

Katedra Technologii Żywności Pochodzenia Zwierzęcego,
Uniwersytet Ekonomiczny we Wrocławiu

WARTOŚĆ ODŻYWCZA RÓŻNEGO RODZAJU JAJ

Streszczenie: Praca jest przeglądem dostępnej literatury dotyczącej wartości odżywczych jaj różnego rodzaju drobiu. Zawiera analizę porównawczą danych literaturowych dotyczących podstawowego składu chemicznego, składu aminokwasowego białek, profilu kwasów tłuszczowych, zawartości cholesterolu, substancji mineralnych i witamin treści jaj kury, kaczki, gęsi, strusia i przepiórki. Biorąc pod uwagę zawartość aminokwasów egzogennych, witamin z grupy B oraz zawartość mikro- i makroelementów, jaja przepiórek cechują się wyższą wartością odżywczą w porównaniu z jajami kur. Najbardziej zbliżony do zalecanego stosunek PUFA n-6/n-3, a tym samym skład kwasów tłuszczowych cechuje jajo gęsi.

Słowa kluczowe: jajo, białko, lipidy, aminokwasy, kwasy tłuszczowe.

1. Wstęp

W krajach europejskich do sprzedaży detalicznej oraz przetwórstwa kierowane są jaja kurze. W Polsce w strukturze drobiu w kierunku nieśnym najczęściej użytkuje się kury, ich pogłowie w latach 2000-2009 wzrosło z 48,3 do 114,5 tys. sztuk [1]. Najczęściej utrzymywanymi rasami nieśnymi są Lohmann Brown, Isa Brown i Lohmann White [2]. Urozmaiceniem oferty handlowej są jaja kur Zielononózek kuropatwianych, w których stwierdzono niższy poziom cholesterolu w porównaniu z jajami innego ptactwa [3]. Zgodnie z panującymi trendami żywieniowymi i wzrostem świadomości konsumenckiej dotyczącej zdrowego żywienia, wzrasta popyt na jaja wzbogacone w kwasy tłuszczowe z rodziny PUFA n-3 oznaczone na potrzeby komercyjne jako jaja „Omega”, „Bio-jaja”, czy „Eko-jaja”. Z żywieniowego punktu widzenia ważne jest bowiem dostarczanie organizmowi odpowiedniej ilości niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), którym przypisuje się działanie profilaktyczne w chorobach: układu sercowo-naczyniowego [4], miażdżycy czy nowotworów. Dodatkowo kwasy te potrzebne są do prawidłowego wzrostu i rozwoju organizmu ludzkiego [5; 6].

W ostatnich latach obserwuje się jednak wzrost zainteresowania konsumentów jajami innych gatunków drobiu, głównie przepiórek i strusi oraz w mniejszym

* Adres do korespondencji: monika.werenska@ue.wroc.pl.

stopniu drobiu wodnego, tj. kaczek i gęsi. W Polsce jajami strusi zainteresowane są głównie restauracje, które poszerzają swoje menu. Są one również sprzedawane konsumentom indywidualnym, którzy traktują je jako produkt przeznaczony tylko na szczególne okazje ze względu na ich wysoką cenę i dużą masę [7].

W Europie jaja drobiu wodnego przeznaczone są w większości na cele reprodukcyjne lub do skarmiania zwierząt hodowlanych. Fakt ten wynika z uprzedzenia konsumentów powstałego w latach 80. XX wieku, kiedy to stwierdzono większe niż w jajach kurzych występowanie zakażenia mikrobiologicznego wywołanego bakteriami z rodzaju *Salmonella*. Dodatkowo na sporadyczność występowania tego produktu na polskich stołach wpływa niska roczna podaż jaj drobiu wodnego. W wielu krajach południowo-wschodniej Azji, takich jak: Chiny, Indie, Indonezja, jaja kaczki przeznaczone są przede wszystkim do konsumpcji przez miejscową ludność [8].

Jaja są cennym surowcem ze względu na zawartość substancji niezbędnych do powstania nowego życia. Stanowią bowiem bogate źródło aminokwasów, w szczególności egzogennych, kwasów tłuszczowych, witamin rozpuszczalnych w wodzie i w tłuszczach oraz składników mineralnych. Białko jaj kurzych ma wyższą wartość odżywczą oraz biologiczną niż białko zawarte w mięsie, rybach czy mleku [9], stąd zainteresowanie najdoskonalszym pod względem odżywczym produktem spożywczym, jakim są jaja [10], będące cennym uzupełnieniem pokarmów pochodzenia roślinnego oraz częściowo zwierzęcego. Rozwój nauk biologicznych pozwolił na poznanie tego surowca, jego składu chemicznego, w tym białek, które znalazły zastosowanie w przemyśle spożywczym, kosmetycznym i farmaceutycznym [11; 12; 13; 14]. Jaja charakteryzują się wysoką strawnością i przyswajalnością składników odżywczych oraz mają ważne cechy technologiczne, a mianowicie: właściwości żelujące, emulgujące, pianotwórcze, reologiczne, barwotwórcze, przeciwutleniające czy bakteriobójcze i bakteriostatyczne [15; 16; 17]. Dzięki tym właściwościom są stosowane na szeroką skalę w gastronomii w celu podniesienia walorów sensorycznych oraz wartości odżywczej potraw [18].

Niniejsze opracowanie jest przeglądem dostępnej literatury dotyczącej wartości odżywczych jaj niektórych rodzajów drobiu.

2. Właściwości fizykochemiczne, skład chemiczny oraz wartości odżywcze jaj

Średnia masa jaja różnego rodzaju drobiu (tab. 1) waha się w granicach 10,3-1522 g, przy czym najniższą masą charakteryzuje się jajo przepiórki, a najwyższą strusia. Zawartość skorupy w masie całego jaja przepiórki, kury oraz gęsi jest podobna (12,2-12,4%) i znacznie niższa niż w jaju strusia (19,6%). Najwyższym udziałem białka w masie całego jaja charakteryzuje się jajo strusia (59,9%), natomiast najniższym jajo kaczki (47,4%). W jaju przepiórki oraz gęsi udział ten jest zbliżony i wynosi odpowiednio (50,8 i 52,5%). Jajo kaczki charakteryzuje się najwyższą zawarto-

ścią żółtka w masie całego jaja (38,7%), nieco niższą jajo przepiórki (37%) oraz gęsi (35,1%), natomiast jajo strusia cechuje się najniższym udziałem żółtka (20,9%) (tab. 1).

Tabela 1. Przeciętna masa jaj [g] oraz udział białka, żółtka i skorupy w masie jaj [%] różnego rodzaju drobiu

Rodzaj drobiu	Kura (19, 20)		Kaczka (20, 21)		Gęś (19, 20)		Przepiórka (20)		Struś (7, 19)	
Średnia masa jaja [g]	60,4		83,5		187,2		10,3		1522	
	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]	[g]	[%]
Skorupa	7,4	12,3	11,6	13,9	23,2	12,4	1,3	12,2	298,4	19,6
Białko jaja	33,7	55,8	39,6	47,4	98,3	52,5	5,2	50,8	904,0	59,9
Żółtko	19,3	31,9	32,3	38,7	65,7	35,1	3,8	37,0	319,6	20,9

Źródło: [7; 19; 20; 21].

Wartość odżywcza oraz skład chemiczny jaj uwarunkowane są czynnikami środowiskowymi i genetycznymi, a za dominujący czynnik środowiskowy uznaje się żywienie ptactwa [22; 23; 24; 25; 26; 27; 28]. Składy chemiczne jaj poszczególnych rodzajów drobiu są zróżnicowane.

Zawartość wody w treści jaj różnego rodzaju drobiu mieści się w zakresie 69,7-79,1% (tab. 2). Najwyższą zawartością wody charakteryzuje się jajo strusia, natomiast najniższą kaczki. Z niższą zawartością wody w treści jaja kaczki wiąże się wyższa zawartość lipidów oraz białka. Zawartość procentowa białka w treści jaj różnych rodzajów drobiu kształtuje się następująco:

przepiórki i strusie > kury > kaczki i gęsi.

Treść jaja strusia cechuje się najwyższą zawartością substancji mineralnych (1,4%), za to najniższa występuje w jaju kury, kaczki oraz przepiórki (1%) (tab. 2).

Tabela 2. Skład chemiczny treści jaj różnych gatunków ptaków użytkowych

Składnik [%]	Rodzaj drobiu				
	kura (10)	kaczka (20)	gęś (20)	przepiórka (29)	struś (30)
Woda	74,0	69,7	70,6	72,0	79,1
Białka	13,0	13,7	14,0	11,6	11,9
Lipidy	11,0	14,4	13,0	14,0	8,2
Sacharydy	1,0	1,2	1,2	bd	bd
Substancje mineralne	1,0	1,0	1,2	1,0	1,4

Źródło: [10; 20; 29; 30].

Białka jaj drobiu zawierają wszystkie aminokwasy egzogenne. Do aminokwasów egzogennych zalicza się: metioninę, lizynę, leucynę, izoleucynę, fenyloalaninę, tryptofan, treoninę oraz walinę, a do względnie egzogennych tryptofan. Wymienione aminokwasy nie są syntetyzowane w organizmie ludzkim, muszą więc być dostarczane wraz z pożywieniem [10].

Jak wynika z danych zamieszczonych w tabeli 3, treść jaja kaczki charakteryzuje się większą zawartością takich aminokwasów, jak: Lys, Met, Cys, Phe, Tyr oraz Thr oraz mniejszą Ile, Leu i Val w porównaniu z jajem kury. W treści jaja przepiórki zawartość Ile, Leu, Met, Cys, Phe oraz Thr jest znacznie wyższa, natomiast Lys, Tyr oraz Val nieznacznie niższa niż w jajku kury. W treści jaja strusia jedynie zawartość Thr jest wyższa, a Ile, Leu, Lys, Met, Phe, Tyr i Val niższa w porównaniu z treścią jaja kury (tab.3.).

Tabela 3. Zawartość aminokwasów niezbędnych, znajdujących się w treści jaj różnego rodzaju drobiu [g/100 g białka]

Aminokwasy	Skrót	Kura (32)	Kaczka (31)	Przepiórka (29)	Struś (33)	Wzorce FAO/WHO z roku	
						1991	2007
Izoleucyna	Ile	5,88	4,10	7,39	3,79	2,8	3,0
Leucyna	Leu	8,52	7,60	9,50	7,50	6,6	5,3
Lizyna	Lys	6,28	6,30	5,81	5,34	5,8	4,5
Metionina + Cystyna	Met+ Cys	5,96	6,60	8,69	bd	2,5	1,6
Fenyloalanina + Tyrozyna	Phe+ Tyr	9,57	8,70	7,60	6,4	6,3	3,8
Treonina	Thr	4,72	5,30	6,95	5,70	3,4	2,3
Tryptofan	Trp	0,65	bd	bd	bd	1,1	0,6
Walina	Val	6,92	5,40	6,58	4,50	3,5	3,9

Źródło: [29; 31; 32; 33].

Zawartość aminokwasów egzogennych w białkach treści jaj prezentowanych rodzajów drobiu jest wyższa niż zawartości aminokwasów białek wzorcowych z 1991 oraz 2007 r. Z dostępnych danych wynika, że wyjątkiem jest Trp w jajku kurzym, którego zawartość jest niższa o 0,45 g/100 g białka, oraz Lys w jajku strusia, której jest mniej o 0,46 g/100 g białka w porównaniu z białkiem wzorcowym z 1991 r. (tab. 3).

Pierwotnie jako białko wzorcowe, tj. takie, które zawiera wszystkie aminokwasy egzogenne w ilościach zaspakajających zapotrzebowanie człowieka na te aminokwasy, było uznane białko jaja kurzego. W miarę postępu badań zawartości aminokwasów egzogennych występujących we wzorcach były modyfikowane, ponieważ wartości aminokwasów egzogennych występujących w tym wzorcu uznano za za wysokie w stosunku do zapotrzebowania człowieka na te aminokwasy. W roku 1991 FAO/WHO wprowadziło wzorec dla ludzi dorosłych, który następnie zmodyfikowano w 2007 r. Jednak w zaleceniach FAO/WHO optymalnym wzorcem aminokwa-

sowym do oceny wartości odżywczej białek jest wzorzec dla ludzi dorosłych z roku 1991 (tab. 3).

Ocenę wartości odżywczej białek można przeprowadzić metodą chemiczną, wyznaczając wskaźnik aminokwasu ograniczającego (WAO). W tabeli 4 przedstawiono zatem wartości tych wskaźników w oparciu o opublikowany najnowszy wzorzec aminokwasowy dla dorosłego człowieka WHO/FAO/UNU z roku 2007 oraz wzorzec uznawany za optymalny WHO/FAO [34].

Tabela 4. Chemiczne wskaźniki aminokwasu ograniczającego w treści jaj różnego rodzaju drobiu

Aminokwasy	WAO (obliczony na podstawie wzorca FAO/WHO z 1991)				WAO (obliczony na podstawie wzorca FAO/WHO/UNU z 2007)			
	kura	kaczka	przepiórka	struś	kura	kaczka	przepiórka	struś
Ile	210	146	264	135	196	137	246	126
Leu	129	115	144	114	161	143	179	142
Lys	108	109	100	92	140	140	129	119
Met+Cys	238	264	348	bd	373	413	543	bd
Phe+Tyr	152	138	121	102	252	229	200	168
Thr	139	156	204	168	205	230	302	248
Trp	59	bd	bd	bd	108	bd	bd	bd
Val	198	155	188	129	198	139	169	115

WAO = $a/b \cdot 100$, gdzie a – zawartość aminokwasu egzogenego (tab. 3), b – zawartość aminokwasu egzogenego podanego dla dorosłego człowieka według wzorca FAO/WHO oraz FAO/WHO/UNU.

Źródło: opracowanie własne na podstawie danych: [29; 31; 32; 33].

Wskaźniki WAO obliczone dla wszystkich aminokwasów według dostępnych danych na podstawie wzorca FAO/WHO/UNU 2007 są wyższe niż 100. Oznacza to, że w treści jaj przedstawionych rodzajów drobiu nie występują aminokwasy ograniczające wartość biologiczną białka. Natomiast rozpatrując wartości WAO obliczone według wzorca FAO/WHO 1991, aminokwasami ograniczającymi są Trp w jajku kurczym oraz Lys w jajku strusia.

W lipidach jaja, zlokalizowanych niemal wyłącznie we frakcji żółtka, ważny w ocenie wartości odżywczych jest skład kwasów tłuszczowych. Polienowe kwasy z rodziny PUFA n-3 oraz PUFA n-6 zalicza się do NNKT, potrzebnych w prawidłowej diecie człowieka [5]. Przyjmuje się, że stosunek PUFA n-6/n-3 powinien wynosić od 1:1 do 6:1 [35; 36; 37].

W składzie kwasów tłuszczowych lipidów omawianych rodzajów jaj dominują kwasy monoenowe (MUFA – Monounsaturated Fatty Acid). Najwyższą zawartością kwasów MUFA charakteryzują się jaja kaczek, a najniższą jaja kur (tab. 5). Najwyższą zawartością kwasów nasyconych (SFA – Saturated Fatty Acid) cechują się jaja kaczek, a najniższą jaja strusi, natomiast najwyższa zawartość kwasów polienowych (PUFA – Polyunsaturated Fatty Acid) występuje w jajach kur, a najniższa stru-

si. Zawartość kwasów PUFA n-3 mieści się w zakresie 0,57-2,17%, najwięcej tych kwasów zawierają żółtka jaj gęsi, natomiast najmniej jaja strusi. Największa zawartość PUFA n-6 występuje w lipidach jaj kur, a najmniejsza gęsi. Stosunek kwasów PUFA z rodziny n-6/n-3 w lipidach jaj gęsi jest najkorzystniejszy, wartość jego leży w granicach wartości rekomendowanych. W przypadku lipidów jaj kur oraz strusi stosunek ten jest najmniej korzystny, natomiast w przypadku jaj przepiórek oraz kaczek stosunek ten jest nieco wyższy niż rekomendowany (tab. 5).

Tabela 5. Przeciętna zawartość kwasów tłuszczowych w lipidach żółtka jaj różnego rodzaju drobiu [%]

Kwasy tłuszczowe	Kury (38)	Kaczki (21, 39)	Gęsi (39)	Przepiórki (39)	Strusie (39)
C 14:0	0,37	0,80	0,73	0,55	0,65
C 16:0	27,04	32,64	31,78	30,80	32,84
C 18:0	9,27	2,27	4,84	6,43	5,57
∑ SFA	36,68	35,71	37,35	37,81	39,06
C 16:1	2,09	3,65	5,01	3,84	8,49
C 18:1	37,03	45,76	42,84	43,45	40,75
∑ MUFA	39,12	49,49	47,91	47,38	49,14
C 18:2 n-6	19,93	8,24	6,69	8,86	8,18
C 18:3 n-3	0,41	0,53	1,58	0,36	0,36
C 18:3 n-6	0,00	0,21	0,29	0,28	0,08
C 20:4 n-6	1,86	2,09	1,98	2,37	1,48
C 22:5 n-3	0,13	0,29	0,09	0,27	0,11
C 22:6 n-3	0,69	0,54	0,50	0,78	0,10
∑ PUFA	23,02	11,90	11,13	12,92	10,31
∑ n-3	1,23	1,36	2,17	1,41	0,57
∑ n-6	21,79	10,54	8,96	11,51	9,74
n-6/n-3	17,72	7,75	4,12	8,16	17,08

Źródło: [21; 38; 39].

Powszechnie znane jest to, że profil kwasów tłuszczowych zawartych w paszy niosek ma istotny wpływ na lipidy żółtka jaj. Obecnie istnieje możliwość modyfikacji profilu kwasów tłuszczowych w kierunku poprawy stosunku kwasów tłuszczowych z rodzin n-6/n-3. Stwierdzono, że dodanie do paszy takich komponentów, jak: siemię lniane, olej z siemienia lnianego czy oleje rybne, powoduje wzrost zawartości PUFA n-3 w lipidach żółtka jaj, przy czym najlepsze efekty uzyskuje się dodając siemienia lnianego oraz oleju z siemienia lnianego [24; 25; 26; 27].

Badania, w których dodatek siemienia lnianego i oleju rybnego wynosił w wariantach 1 – 1,5% i 3,5% (odpowiednio), w wariantach 2 – 2,5% i 2,5% (odpowiednio) oraz w wariantach 3 – 3,5% i 1,5% (odpowiednio), wykazały, że zastosowanie wariantu 3 spowodowało największy wzrost zawartości kwasów n-3 w lipidach żółtka jaj kur [26].

Również algi, których efekt działania jest porównywalny z olejami rybnymi, są często dodawanym suplementem w celu uzyskania większej ilości kwasów PUFA z rodziny n-3 w lipidach jaj [40]. Oleje roślinne, w skład których wchodzi kwas α -linolenowy C 18:3 n-3 (ALA), będący prekursorem powstawania kwasu C20:5 n-3 (EPA) oraz kwasu C22:6 n-3 (DHA), nie są tak efektywne w tworzeniu pożądaných metabolitów, jak oleje rybne, które zawierają długołańcuchowe kwasy tłuszczowe, tj. EPA i DHA [4; 41].

Wyniki badań Kaźmierskiej i in. [42] wykazały skuteczny wpływ naturalnego wzbogacania treści jaj w wielonienasycone kwasy tłuszczowe oraz witaminę A i E poprzez odpowiednio zaprojektowany system żywienia.

Jaja, w których celowo przez zastosowanie odpowiednio skomponowanej paszy zmodyfikowano skład kwasów tłuszczowych, a w szczególności spowodowano wzrost zawartości kwasów PUFA n-3, na polskim rynku noszą handlowe nazwy „Omega” lub „Bio-jaja”.

W badaniach wpływu suplementacji pasz na zawartość kwasów tłuszczowych w lipidach jaj przepiórek zaobserwowano wyższą zawartość ALA oraz DHA o 0,49; 0,25% (odpowiednio) w diecie z dodatkiem 1,5% siemienia lnianego w porównaniu z dietą kontrolną o 1,08; 0,50% (odpowiednio) w diecie z dodatkiem 3% siemienia lnianego w porównaniu z dietą kontrolną oraz o 1,67; 0,56% (odpowiednio) w diecie z dodatkiem 5% siemienia lnianego w porównaniu z dietą kontrolną. Wzrost zawartości dodatku siemienia lnianego do paszy nosek miał istotny wpływ na wzrost zawartości kwasów tłuszczowych z rodziny PUFA n-3 w lipidach żółtka jaj. Zaobserwowano również uzyskanie zbliżonej wartości do rekomendowanej – 9,66; 6,49; 4,52 stosunku PUFA n-6/n-3 w żółtku jaja przepiórek, suplementując paszę dodatkiem 1,5%, 3% oraz 5% siemienia lnianego (odpowiednio). Stosunek PUFA n-6/n-3 w jajach ptaków karmionych bez dodatku siemienia lnianego wynosił 21,3 [27].

Cholesterol jest składnikiem lipidów jaj, który ciągle budzi wiele emocji wśród konsumentów i badaczy. Zbyt wysoki poziom cholesterolu we krwi wpływa niekorzystnie na układ sercowo-naczyniowy człowieka [5]. Cholesterol jest jednak składnikiem błon komórkowych, tkanki nerwowej oraz prekursorem steroidowych substancji biologicznie czynnych i pewna jego ilość w organizmie jest niezbędna [25; 36].

Tabela 6. Zawartość cholesterolu w żółtku jaj różnego rodzaju drobiu [mg]

Wyszczególnienie	Kura (3, 19, 36, 46)	Kaczka (21, 31)	Gęś (31)	Przepiórka (36, 43, 45)	Struś (36, 44, 46)
w 1g żółtka	13,91*-21,60	17,10-24,00	23,3	7,78-16,70	13,0-19,8

* Zielononózka kuropatwana.

Źródło: [3; 19; 21; 31; 36; 43; 44; 45; 46].

Zawartość cholesterolu w 1 g żółtka jaj prezentowanych rodzajów drobiu przedstawiono w tabeli 6. Z danych dostępnych w literaturze wynika, że zawartość cholesterolu w jajach mieści się w granicach 7,78-24 mg/1 g żółtka. Przyczyną dużego zróżnicowania zawartości cholesterolu w jajach mogą być między innymi: rodzaj drobiu, rasa, sposób żywienia, wiek, a także często metoda oznaczania cholesterolu [26], dlatego też trudna jest interpretacja takich danych.

Świerczewska, Stępińska [19] uważają, że aby wprowadzić do organizmu taką ilość cholesterolu, jaka znajduje się w jednym jajku kurzym, należy spożyć około 5-6 żółtek jaj przepiórczych.

Przykładem wpływu rasy na zawartość cholesterolu w żółtku jaja mogą być kury Zielononóżki kuropatwiane, których żółtka jaj charakteryzują się niższym poziomem cholesterolu (13,91-14,03 mg/g żółtka) [3; 46] niż przeciętne żółtko kurze.

Poprzez suplementację paszy podawanej kurom, m.in. siemieniem lnianym, udało się obniżyć zawartość cholesterolu w żółtku jaj z 270 do 210 mg/jajo. 210 mg okazało się wartością graniczną, gdyż dalsze zmniejszenie zawartości cholesterolu było nieosiągalne ze względów fizjologicznych oraz genetycznych [3; 26]. Wyniki badań Kaźmierskiej i in. [42] wykazały, że odpowiednio zaprojektowany skład paszy pozwolił na obniżenie zawartości cholesterolu w jajku kurzym do 182,2 mg/jajo.

Dodając do paszy kur niosek orzechów arachidowych, tapioki, soi, oleju sojowego oraz siemienia lnianego, stwierdzono niższy poziom cholesterolu w żółtku jaj z dodatkiem siemienia lnianego i tapioki, w porównaniu z paszą wzbogaconą w orzechy arachidowe i tapiokę oraz paszą suplementowaną soją, olejem sojowym i tapioką, a także w porównaniu z paszą kontrolną [25]. Również w żółtku jaj przepiórek japońskich karmionych paszą zawierającą dodatek siemienia lnianego obserwowano niższy poziom cholesterolu w porównaniu z dietą kontrolną, bez jego dodatku [47].

Najważniejsze witaminy występujące w jajach to: A, D, E, B₁, B₂ oraz witamina B₁₂. W jajach drobiu dominują witaminy rozpuszczalne w tłuszczach, a wśród tych witamin najwyższą zawartość stanowią witaminy E oraz A [48]. Witaminy A, E oraz β-karoten wykazują właściwości antyoksydacyjne, chroniąc organizm przed szkodliwym oddziaływaniem wolnych rodników tlenowych [49]. Jaja kur charakteryzują się wyższą zawartością witaminy A w stosunku do jaj przepiórek, kaczek oraz gęsi. Wśród witamin rozpuszczalnych w wodzie należy zwrócić uwagę na witaminę B₁₂, która zapewnia wysoką wartość biologiczną białka jaja, ponieważ bierze udział w metabolizmie aminokwasów. Znacznie większa zawartość witaminy B₁₂ występuje w jajku gęsi (5,10 μg/100 g treści jaja), niż kury (0,71 μg/100 g treści jaja) oraz przepiórek (0,01 μg/100 g treści jaja). Jajo przepiórki charakteryzuje się natomiast wyższą zawartością witaminy B₁, B₂ oraz B₆ niż jajo kury (tab. 7).

Tabela 7. Zawartość witamin w jajach różnego rodzaju drobiu

Witaminy	Wyrażona w	Kura (48)	Kaczka (51)	Gęś (51)	Przepiórka (50)
A	μg	296,80	192,00	185,00	223,00
E	mg	0,57	0,00	1,31	bd
B ₁	mg	0,05	0,16	0,10	0,35
B ₂	mg	0,43	0,40	0,40	0,71
B ₆	mg	0,08	0,25	0,20	0,13
B ₁₂	μg	0,71	bd	5,10	0,01

Źródło: [48; 50; 51].

Wśród makroelementów występujących w jajach różnego rodzaju drobiu znajduje się: potas, wapno, fosfor, magnez oraz sód, których zawartość w jajach kurzym jest niższa niż w jajach gęsi, kaczek oraz przepiórek (tab. 8). Natomiast do mikroelementów znajdujących się w jajach drobiu zaliczamy: żelazo, cynk, cynę oraz mangan. Jaja przepiórki oraz kaczki mają zbliżoną zawartość cynku, cyny oraz manganu w porównaniu z jajami gęsi oraz kur. Istotnie wyższą zawartością żelaza charakteryzują się jaja kaczek, przepiórek i gęsi niż jaja kur.

Tabela 8. Zawartość mikro- oraz makroelementów [mg] w jajach drobiu.

Rodzaj drobiu	Kura (48)	Kaczka (51)	Gęś (51)	Przepiórka (50)
Mikroelementy				
Żelazo	1,74	3,85	3,64	3,65
Cynk	1,39	1,41	1,33	1,47
Cyna	0,05	0,06	0,33	0,06
Mangan	0,02	0,04	0,00	0,04
Makroelementy				
Potas	104,70	222,00	210,00	132,00
Wapń	36,50	64,00	64,00	64,00
Fosfor	161,90	220,00	208,00	226,00
Magnez	9,52	17,00	16,00	13,00
Sód	111,10	146,00	138,00	141,00

Źródło: [48; 50; 51].

3. Podsumowanie

Analizując przedstawione dane literaturowe dotyczące podstawowego składu chemicznego, składu aminokwasowego białek, profilu kwasów tłuszczowych, zawartości cholesterolu, substancji mineralnych i witamin treści jaj różnego rodzaju drobiu,

można powiedzieć, że wszystkie omawiane rodzaje jaj charakteryzują się wysoką wartością odżywczą. Treść jaja przepiórki i strusia cechuje się mniejszą zawartością białka ogólnego w porównaniu z jajami kur, kaczek i gęsi. Jaja strusi charakteryzują się natomiast najniższą zawartością lipidów w porównaniu z jajami omawianych rodzajów drobiu. Jaja przepiórcze ze względu na zawartość aminokwasów egzogennych, zawartość witamin z grupy B, tj. B₁, B₂ oraz B₆, a także makroelementów i mikroelementów, mają wyższą wartość odżywczą niż jaja kur. Najbardziej zbliżony do rekomendowanego stosunek PUFA n-6/n-3, a tym samym skład kwasów tłuszczowych, cechują jaja gęsi. Nieco wyższą wartością od rekomendowanego charakteryzują się lipidy żółtka jaj kaczki i przepiórki. Jaja strusie mają podobny do jaj kur stosunek PUFA n-6/n-3, jednak znacznie niższą zawartość kwasów PUFA, w tym kwasów z rodziny n-3. Jedynie jaja kur oraz przepiórek są produktem powszechnie spożywanym przez polskiego konsumenta. Można przyjąć, że jajo kury zawiera taką ilość cholesterolu, jaką ma 5-6 jaj przepiórczych stanowiących jego objętościowy ekwiwalent.

Literatura

- [1] *Mały rocznik statystyczny Polski 2010*, GUS, Zakład Wydawnictw Statystycznych, Warszawa 2010, 325-326.
- [2] Dłużewska A. (red.), *Technologia żywności: podręcznik dla technikum, cz.4*, WSiP, Warszawa 2001, 163-169.
- [3] Cywa-Benko K., Krawczyk J., Wężyk S., *Poziom cholesterolu w jajach rodzimych ras kur*, Zesz. Nauk. Przeg. Hod., Chów i Hodowla Drobiu, PTZ, Warszawa 2000, **49**, 268-270.
- [4] Grashorn M.A., *Enrichment of egg and Poultry meat with biologically active substances by feed modifications and effect on the final quality of the product*, Pol. J. Food and Nutr. Sci. 2005, **14/55 SI**, 15-20.
- [5] Marciniak-Łukasiak K., Krygier K., *Charakterystyka kwasów omega-3 i ich zastosowanie w żywności funkcjonalnej*, Przem. Spoż. 2004, **12**, 32-36.
- [6] Maszewska M., Gańko I., *Kwasy tłuszczowe omega-3 rola w żywieniu, występowanie, zastosowanie*, Przem. Spoż. 2010, **5**, 28-31.
- [7] Horbańczuk J., *Podstawy chowu strusi*, Polski Związek Hodowli Strusi, Warszawa 1996, 24.
- [8] Kokoszyński D., Korytkowska H., Bernacki Z., *Ocena jakości jaj kaczek Pekin ze stada rezerwowego P44 w pierwszym okresie nieśności*, Pr. Komis. Nauk Rol. i Biol. BTN 2006 seria B, **59**, 33-39.
- [9] Niewiarowicz A. (red.), *Technologia jaj*, WNT, Warszawa 1970, 36-65.
- [10] Trziszka T. (red.), *Jajczarstwo. Nauka. Technologia. Praktyka*, Wyd. AR we Wrocławiu, Wrocław 2000, 7-17, 147-211.
- [11] Gołąb K., Warwas M., *Białka jaja kurzego – właściwości biochemiczne i zastosowanie*, Adv. Clin. Exp. Med. 2005, **14**, 1001-1010.
- [12] Trziszka T., *Lisozym – Seine Funktion im Ei*, Arch. Geflügelk. 1994, **58**, 49-54.
- [13] Malicki A., Jarmoluk A., Brużewicz S., *Wpływ dodatku lizozymu na trwałość i bezpieczeństwo mikrobiologiczne kielbas w osłonce barierowej*, Med. Vet. 2002, **2**, 29-36.

- [14] Dembczyński R., Białas W., Jankowski T., *Wykorzystanie dwufazowej ekstrakcji wodnej do separacji lizozymu z białka jaja kurzego*, Żywność. Nauka. Technologia. Jakość 2009, **5**, 5-17.
- [15] Mine Y., *Recent advances in egg protein functionality in the food system*, World's Poult. Sci. J. 2002, **1**, 31-40.
- [16] Lorient D., *Functional properties of egg constituents*, Proceed. 7th European Symp. Qual. Egg Products, Poznań 1997, 218-223.
- [17] Hartmann C., Wilhelmson M., *The hen's egg yolk: a source of biologically active substances*, World's Poult. Sci. J. 2001, **1**, 13-28.
- [18] Ternes W. (red.), *Ei Und Eiprodukte*, Behrs Verlag, Hamburg 1994, 238-255.
- [19] Świerczewska E., Stepińska M., *Zawartość cholesterolu w jajach wybranych gatunków drobiu*, Pr. Mat. Zoot. 1996, **49**, 119-122.
- [20] Mroczek J., *Ćwiczenia z kierunkowej technologii żywności – Technologia mięsa i jaj*, SGGW, Warszawa 1997, 66-67.
- [21] Okruszek A., Książkiewicz J., Wołoszyn J., Kisiel T., Orkusz A., Biernat J., *Effect of laying period and duck origin on egg characteristics*, Arch. Tierz. 2006, **49**, 400-410.
- [22] Stadelman W.J., Pratt D.E., *Factors influencing composition of hen's egg*, World's Poult. Sci. 1989, **45**, 247-266.
- [23] Surai P.F., Speake B.K., Noble R.C., Mezes M., *Species – specific differences in the fatty acid profiles of the lipids of the yolk and of the liver of the chick*, J. Sci. Food and Agric. 1999, **79**, 733-736.
- [24] Milinsk M.C., Murakami A.E., Gomes S.T.M., Matsushita M., de Souza N.E., *Fatty acid profile of egg yolk lipids from hens diets rich in n-3 fatty acids*, Food Chem. 2003, **83**, 287-292.
- [25] Beynen A.C., *Fatty acid composition of egg produced by hens fed diets containing groundnut, soya bean or linseed*, NJAS – Wageningen J. Life Sci. 2004, **52**, 3-10.
- [26] Kralik G., Kroič Z., Suchý P., Straková E., Gajčević Z., *Feeding fish oil and linseed oil to laying hens to increase the n-3 PUFA of egg yolk*, Acta Vet. Brno 2008, **77**, 561-568.
- [27] da Silva W.A., Elias A.H.N., Aricetti J.A., Sakomoto M.I., Murakami A.E., Marques Gomes S.T., Visentainer J.V., de Souza N.E., Matsushita M., *Quail egg yolk (Coturnix coturnix japonica) enriched with omega-3 fatty acids*, Food Sci. and Technology 2009, **42**, 660-663.
- [28] Shapira N., *Every egg may have a targeted purpose: toward a differential approach to egg according to composition and functional effect*, World Poult. Sci. J. 2010, **66**, 271-284.
- [29] Kraszewska-Domańska B., *Przeziórki*, Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa 1978, 138-140.
- [30] Horbańczuk J., *Chów strusi*, Polski Związek Hodowli Strusi, Warszawa 1998, 87-90.
- [31] Niewiarowicz A., Płotka A., *Jaja kaczki. 1. Charakterystyka makroskopowa i skład aminokwasowy*, Zesz. Nauk. Drob. 1989, **VI**, 69-77.
- [32] Pisulewski P., *Wartość odżywcza jaj kurzych oraz współczesne metody jej kształtowania*, [w:] *Jajczarstwo*, red. T. Trziszka, Wrocław 2000, 189-217.
- [33] Cooper R.G., *Nutrition of ostrich (Struthio camelus var. domesticus) breeder bird*, Animal Sci. J. 2005, **76**, 5-10.
- [34] Gawędzki J. (red.), *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2010, 204-222.
- [35] Kolanowski W., Świdorski F., Hoffmann M., *Możliwości wzbogacania wybranych produktów spożywczych w wielonienasycone kwasy tłuszczowe z grupy n-3 (n-3 PUFA), stosując olej rybny*, Żyw. Człow. Met. 1997, **24**, 13-26.
- [36] Kaźmierska M., Jarosz B., Korzeniowska M., Trziszka T., Dobrzański Z., *Comparative analysis of fatty acid profiles and cholesterol content of egg yolk of different bird species*, Pol. J. Food and Nutr. Sci. 2005, **14/55 SI**, 69-73.

- [37] Wądołowska L., *Czy powinniśmy się obawiać olejów roślinnych?*, Przeg. Mlecz. 2008, **4**, 18-22.
- [38] Rizzi L., Bochicchio D., Bargellini A., Parazza P., Simioli M., *Effect of dietary microalgae, other lipid sources, inorganic selenium and iodine on yolk n-3 fatty acid composition, selenium content and quality of egg in laying hens*, J. Sci. Food Agric. 2009, **89**, 1775-1781.
- [39] Sinanoglou V.J., Strati I.F., Miniadis-Meimaroglou S., *Lipid, fatty acid and karotenoid content of edible egg yolk from avian species: A Comparative study*, Food Chem. 2011, **124**, 971-977.
- [40] Van Elswyk M.E., *Composition of n-3 fatty acid source in laying hen rations for improvement of whole egg nutritional quality: a review*, Br. J. Nutr. 1997, **78**, 61-69.
- [41] Leskanich C.O., Noble R.C., *Manipulation of the n-3 polyunsaturated Fatty Acid composition of avian eggs and meat*, World's Poult. Sci. J. 1997, **53**, 155-183.
- [42] Kaźmierska M., Trziszka T., Jarosz B., Drymel W., *Wpływ obróbki termicznej jaj wzbogaconych na zmiany wybranych wyróżników fizykochemicznych żółtka*, Mat. Konf. XXXVII Sesji Naukowej Komitetu Nauk o Żywności PAN, Doskonalenie Jakości Żywności i Żywienia w Perspektywie Potrzeb Konsumenta XXI Wieku, Gdynia, 26-27 września 2006, 49.
- [43] Niemiec J., Świerczewska E., *The Effect of the genotype x feed interaction on the quality of eggs*, Proceed. 6th Europ. Symp. Qual. Eggs and Egg Product, 25-29 September 1995, Zaragoza, Spain, 221-226.
- [44] Reiner G., Dorau H.P., Dzapo V., *Cholesterol content, nutrients and fatty acid profiles of ostrich (*Struthio camelus*) egg*, Arch. Geflügelk. 1995, **59**, 65-68.
- [45] Bragagnolo N., Rodriguez-Amaya D.B., *Composition of the cholesterol content of Brazilian chicken and quail eggs*, J. Food Comp. Anal. 2003, **16**, 147-153.
- [46] Gwara T., Florianowicz J., Centkiewicz M., Ciastoń A., *Ocena użyteczności reprodukcyjnej kury rasy Zielononóżka kuropatwiana ze stada zachowawczego, adaptowanych do warunków gospodarstwa ekologicznego w Parku Krajobrazowym Doliny Baryczy*, Zesz. Nauk. AR we Wrocławiu, Zoot. 2004, **205**, 91-98.
- [47] Atakisi E., Haman H., Arslan I., *Omega-3 fatty acid application reduces yolk and plasma cholesterol levels in Japanese quails*, Food Chem. Toxicol. 2009, **47**, 2590-2593.
- [48] Kunachowicz H. (red.), *Tabele składu i wartości odżywczej żywności*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2005, 157.
- [49] Wartanowicz M., *Foliany w żywieniu (przegląd piśmiennictwa)*, Żyw. Człow. Met. 1997, **24**, 1, 81-90.
- [50] Czerwińska D., *Walory żywieniowe i kulinarne jaj przepiórczych. Małe i pstrokate*, Przeg. Gastr. 2005, **3**, 12-13.
- [51] Senthil Kumar T., Ezhil Valavan S., Vengadabady N., Bharathidhasan A., *Nutrient composition of duck egg and meat*, IV World Waterfowl Conference, 11-13 November, 2009, Thrissur, India, 467-474.

NUTRITIONAL VALUE OF DIFFERENT KINDS OF EGGS

Summary: This paper is a review of available literature concerning nutrition value of egg of different kind of poultry. The article contains a comparative analysis of the literature data basic chemical composition, essential amino acids composition of protein, profile of fatty acid, content of cholesterol, mineral substances and vitamins of hen's, duck's, goose's, ostrich's and quail's eggs. Taking into consideration the content of essential amino acids, vitamins from B groups, and the micro- and macroelements contents, quail eggs are characterized by a higher nutritional value compared to the eggs of hens. Furthermore the goose eggs' are characterized by being most similar to recommend PUFA n-6/n-3 ratio and are better because of the fatty acid composition in comparison to the eggs of other birds' species.

Key words: egg, protein, lipids, amino acids, fatty acids.