

Wpływ paszowych preparatów fito-huminowych na wskaźniki lipidowe jaj kur towarowych¹⁾

FABIOLA BUBEL, ZBIGNIEW DOBRZAŃSKI, EUGENIUSZ R. GRELA*,
ŁUKASZ BOBAK**, MACIEJ OZIEMBŁOWSKI**

Katedra Higieny Środowiska i Dobrostanu Zwierząt, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 38 C, 51-630 Wrocław

*Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Wydział Biologii, Nauk o Zwierzętach i Biogospodarki,
Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin

**Katedra Technologii Surowców Zwierzęcych i Zarządzania Jakością, Wydział Biotechnologii i Nauk o Żywności,
Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, ul. Chełmońskiego 37, 51-630 Wrocław

Otrzymano 26.01.2018

Zaakceptowano 23.10.2018

Bubel F., Dobrzański Z., Grela E. R., Bobak Ł., Oziembłowski M.

Effect of dietary phyto-humic preparations on lipids indices of commercial laying hen eggs

Summary

The aim of the study was to determine the effect of three different phyto-humic feed preparations on the basic qualitative characteristics of eggs, i.e. total cholesterol content and fatty acid profile of the yolk. The study was carried out on 80 Lohmann Brown (LB) laying hens in an experimental facility with a floor maintenance system on a straw bedding (5 layers/m²). A control group (K) and three experimental ones (A, B, C), with 20 birds in each (in separate pens), were created. The birds were placed in the 16th week of life, while the experimental preparations were introduced in the 22nd week of life and were administered for 43 weeks (constant 3% addition to the feed mixture). The following preparations were applied: humic-peat (H-t) in group A, humic-herbal (H-z) in group B, and humic-lucerne (H-l) in group C. The eggs for the study were collected three times, 30 eggs from each group in the following periods: 1st series – 31st week of life (peak of laying period); 2nd series – 54th week of life (later phase of laying period) and 3rd series – 65th week of life (final phase of laying period). Six samples (mean of 5 well-mixed yolks) from each group in three laying periods (360 eggs were used in total) were prepared for laboratory analyzes (lipids examination). Laboratory analyzes were performed using a chromatograph – Finnigan Focus PolarisQ manufactured by Thermo Electron with capillary columns: HP-88 by Agilent J&W (fatty acids) and Rtx-1MS by Restek (cholesterol). The applied phyto-humic preparations – but only those with a share of dried lucerne or herbs – significantly ($p \leq 0.05$) reduced total cholesterol content, especially in group C (10.88 mg/g yolk) compared to group K (11.94 mg/g yolk). All preparations positively influenced the fatty acids profile of yolk; there was a significant ($p \leq 0.05$) increase in the concentration of n-3 PUFAs (max 2.84% in the group B), the n-6/n-3 ratio decreased significantly (most beneficial 8.33 in group B), and lipids quality improved: atherogenic index (AI) decreased significantly ($p \leq 0.05$) in group A (0.32) and thrombogenic index (TI) was a significantly ($p \leq 0.05$) lower in all experimental groups (0.83 – 0.84) compared to group K (0.36 and 0.87 respectively). Dietary phyto-humic preparations increased the nutritional and dietary value of hen eggs.

Keywords: phyto-humic preparations, cholesterol, fatty acids, indices of lipids quality, yolk egg

Zioła i rośliny lecznicze jako dodatki do pasz dla zwierząt gospodarskich, w tym drobiu, stosowano w Chinach już ponad 2 tys. lat temu (37). W Bułgarii i Włoszech w etnofarmakologii stosowanych jest ok. 250 roślin (35). Od wielu lat prowadzone są liczne badania nad składem chemicznym i właściwościami bioaktywnych związków zawartych w ziołach i innych roślinach, zarówno uprawnych, jak i dziko rosnących.

¹⁾ Praca badawcza realizowana w ramach przedsięwzięcia MNiSW „Inicjatywa Technologiczna I” – projekt nr 13178.

Substancje biologicznie aktywne w nich zawarte mają wielokierunkowe działanie: antybakteryjne, przeciwciepne, immunomodulujące i redukujące stres oksydacyjny u zwierząt i ludzi (6, 41, 43), wykazują działanie profilaktyczne i terapeutyczne, są potencjalnym substytutem antybiotyków (24, 37).

Dosyć szeroko udokumentowano w literaturze niezwykle właściwości farmakologiczne lucerny (*Medicago sativa* L.). Wykazuje ona m.in.: działanie oczyszczające i odtruwające organizm, wspomaga

wchłanianie składników odżywczych oraz utrzymuje prawidłowy poziom cukru we krwi. Obecne w lucernie saponiny wykazują działanie: przeciwwirusowe, przeciwgrzybiczne, przeciwzapalne, obniżają stężenie cholesterolu we krwi (16, 28, 51). Silne działanie antibakteryjne saponin z lucerny wykazano w odniesieniu do bakterii Gram (+): *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus* i *Enterococcus faecalis*. Ponadto wpływają one stymulująco na układ odpornościowy i mają działanie antyoksydacyjne (4, 24). Preparaty i koncentraty z lucerny mogą być wykorzystywane w żywieniu zwierząt, szczególnie jako komponent mieszanek dla drobiu, poprawiając cechy jakościowe mięsa brojlerów czy jaj kurzych (19, 20, 45).

Spośród surowców huminowych należy wymienić niektóre odmiany torfu i węgla brunatnego (12, 25, 53). Wytwarza się z nich m.in. paszowe preparaty huminowe, które na ogół korzystnie oddziałują na wyniki produkcyjne i zdrowotność drobiu nieśnego (8, 33), jak i mięsnego (26, 29). W wielu badaniach stwierdzono pozytywny wpływ preparatów huminowo-tłuszczowych, huminowo-mineralnych, kwasów huminowych czy innych dodatków mineralno-organicznych na niektóre cechy fizykochemiczne jaj (9, 18, 42, 46, 54), jednak mało jest informacji nt. ich roli w kształtowaniu profilu kwasów tłuszczowych czy stężenia cholesterolu w żółtku. Ilość i jakość substancji lipidowych w jajach spożywczych jest ważnym kryterium ich wartości dietetycznej i akceptowalności konsumenckiej. Szczególnie istotny jest udział w tłuszczu żółtka (a także mleka i mięsa) frakcji kwasów wielonienasyconych (PUFA) oraz stosunek kwasów n-6/n-3 (7, 17, 36, 50, 58). Interesujące wydaje się więc połączenie surowców huminowych z niektórymi ziołami czy lucerną do wytwarzania preparatów fito-huminowych i przebadanie ich pod kątem oddziaływania na wskaźniki lipidowe żółtka jaj.

Celem badań było określenie wpływu trzech różnych preparatów fito-huminowych, sporządzonych na bazie specjalnej odmiany węgla brunatnego i torfu oraz wybranych ziół i lucerny na podstawowe cechy jakościowe jaj, tj. zawartość cholesterolu całkowitego i profil kwasów tłuszczowych żółtka.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 80 nioskach Lohmann Brown (LB) w kurniku doświadczalnym z podłogowym systemem chowu na ściółce słomistej (5 niosek/m²). Kury miały swobodny dostęp do paszy i wody. Utworzono grupę kontrolną (K) oraz trzy grupy doświadczalne (A, B, C) liczące po 20 ptaków każda. Ptaki wstawiono w 16. tygodniu życia do czterech oddzielnych kojców, a preparaty doświadczalne (fito-huminowe) wprowadzono do diety w 22. tygodniu życia i podawano je przez 46 tygodni. Stado było pod stałą kontrolą weterynaryjną, ptaki nie wykazywały objawów chorobowych.

W żywieniu kur stosowano standardową granulowaną mieszankę pełnoporcjową (MP), przeznaczoną dla niosek

stad towarowych, zawierającą m.in.: śrutę pszenną, otręby kukurydziane i pszenne, śrutę sojową poekstrakcyjną, olej roślinny, fosforan jednowapniowy, premiks mineralno-witaminowy. Zawartość podstawowych składników pokarmowych MP przedstawiono w tabeli 1. Grupy doświadczalne

Tab. 1. Zawartość podstawowych składników pokarmowych w mieszance paszowej pełnoporcjowej (MP) dla kur nieśnych

Składnik	Jednostka	Zawartość
Wartości analizowane laboratoryjnie		
Sucha masa	(%)	89,5
Białko surowe	(%)	17,5
Popiół surowy	(%)	12,2
Włókno surowe	(%)	3,96
Bezwyciągowe azotowe	(%)	4,61
Wapń (Ca)	(g/kg)	33,0
Fosfor ogólny (P)	(g/kg)	6,39
Energia metaboliczna*	MJ/kg	11,6
Wartości deklarowane przez producenta		
L-lizyna	(%)	0,870
Metionina	(%)	0,379
Witamina A	(IU/kg)	10 500
Witamina D ₃	(IU/kg)	2500
Witamina E	(mg/kg)	100,0
3-fitaza	FTU/kg	500,0

Objaśnienie: *obliczony wg wzoru z Norm Żywienia Drobiu (Smulikowska S. i Rutkowski A. IFiZZ PAN Jabłonna 2005)

Tab. 2. Skład surowcowy i zawartość podstawowych składników pokarmowych w preparatach fito-huminowych

Składniki	Preparat		
	huminowo-torfowy	huminowo-ziołowy	huminowo-lucernowy
Surowce (%)			
Wapno palone	58,34	41,67	41,67
Węgiel brunatny*	20,83	35,73	35,73
Torf**	20,83	–	–
Zioła suszone***	–	–	22,60
Susz z lucerny	–	22,60	–
Wartości analizowane laboratoryjnie (%)			
Sucha masa	71,74	75,77	72,73
Popiół surowy	64,33	44,67	45,02
Białko ogólne	1,42	4,85	4,75
Włókno surowe	9,15	13,41	12,90
Tłuszcz surowy	0,42	0,27	0,44
Odczyn (pH)	12,80	12,68	12,71
Wapń (Ca)	27,36	24,68	24,71
Fosfor (P)	0,08	0,91	0,55
Magnez (Mg)	1,28	1,61	1,15

Objaśnienia: *odmiany humdetrynitowej; ** odmiany olesowo-turzykowej; *** skład: pokrzywa + rumianek + krwawnik + dziurawiec – udział każdego po 5,65%

(A-C) otrzymywały stały dodatek preparatów fito-huminowych w ilości 3% w stosunku do paszy podstawowej. W grupie A zastosowano preparat huminowo-torfowy (H-t), w grupie B – huminowo-ziółkowy (H-z), a w grupie C – huminowo-lucernowy (H-l) (tab. 2). Dodatki wytworzono na bazie węgla brunatnego odmiany humodetrynitowej, torfu odmiany olesowo-turzykowej oraz suszu z lucerny lub mieszanki ziół (pokrzywa, rumianek, krwawnik, dziurawiec), przy wykorzystaniu egzotermicznej reakcji hydratacji wapna tlenkowego. Sposób produkcji jest przedmiotem patentu (44). Preparaty oraz mieszankę paszową poddano analizie chemicznej na zawartość podstawowych składników pokarmowych, w tym mineralnych, według standardowych metod laboratoryjnych stosowanych w ocenie pasz (1).

Jaja do badań laboratoryjnych pobierano trzykrotnie, losowo po 30 szt. z każdej z 4 grup w następujących w okresach:

- I seria – 31. tydzień życia kur – szczyt nieśności (nieśność 93-95%, masa jaja 55-57 g),
- II seria – 54. tydzień życia – późniejsza faza cyklu produkcyjnego (nieśność 86-89%, masa jaja 62-64 g),
- III seria – 65. tydzień życia – końcowa faza cyklu produkcyjnego (nieśność 78-82%, masa jaja 63-67 g).

Do analiz laboratoryjnych (analiza lipidów) przygotowano po 6 próbek zbiorczych (każda z 5 dokładnie wymieszanych żółtek) z czterech grup w trzech okresach nieśności (łącznie 360 jaj).

W celu oznaczenia profilu kwasów tłuszczowych wyekstrahowano lipidy z 2 g natywnego żółtka jaj wg zmodyfikowanej metody Folcha i wsp. (15) z zachowaniem ilorazu rozcieńczenia 1 : 10 (m : v). Zastosowano roztwór chlorku metylenu i metanolu w stosunku 2 : 1 (v : v). Po trwającej 2 h ekstrakcji roztwór przesączono przez sączki do kolb okrągłodennych i odparowano w warunkach zredukowanego ciśnienia z wykorzystaniem wyparki obrotowej. Z otrzymanego osadu odważano 50 mg wyekstrahowanych lipidów do kolb sercowych i dodawano 4 ml 0,5 M roztworu NaOH w alkoholu metylowym. Całość ogrzewano pod chłodnicą zwrotną w temperaturze wrzenia przez 2 min, a następnie dodawano 5 ml 14% roztworu BF₃ w metanolu i ponownie ogrzewano przez 2 min w temperaturze wrzenia. Po wystudzeniu mieszaniny estrów metylowych dodawano do niej 1 ml nasyconego roztworu NaCl i ekstrahowano je 2-3 ml heksanu. Fazę organiczną, po osuszeniu przez warstwę bezwodnego siarczanu magnezu, poddawano analizie chromatograficznej z wykorzystaniem chromatografu gazowego sprzężonego ze spektrometrem masowym (model: Finnigan Focus PolarisQ, firma: Thermo Elektron). Rozdział chromatograficzny prowadzono z wykorzystaniem kolumny kapilarnej HP-88 firmy Agilent J&W (długość: 100 m, ID: 0,250 mm, film: 0,2 μm).

Uzyskane wyniki pozwoliły na obliczenie sumy kwasów nasyconych (SFA), jednonienasyconych (MUFA) i wielonienasyconych (PUFA). Ponadto wyznaczono wskaźnik h/H (kwasy hipocholesterolemiczne/hipercholesterolemiczne), który obliczono wg wzoru podanego przez Fernandez i wsp. (14):

$$h/H = (C18:1 + C18:2 + C18:3 + C20:3 + C20:4 + C20:5 + C22:4 + C22:5 + C22:6)/(C14:0 + C16:0).$$

Wskaźniki jakości lipidów, wyrażonych jako indeks aterogeniczny (AI) i trombogeniczny (TI) obliczono wg wzorów podanych przez Ulbrichta i Southgate (56):

$$AI = [(4 \times C14:0) + C16:0] / [n-6 PUFA + n-3 PUFA + MUFA]$$

$$TI = [C14:0 + C16:0 + C18:0] / [(0,5 \times MUFA) + (0,5 \times n-6 PUFA) + (3 \times n-3 PUFA) + n-3/n-6 PUFA].$$

Cholesterol całkowity oznaczano we frakcji lipidowej, pozyskanej analogicznie jak podczas oznaczania profilu kwasów tłuszczowych. Do osadu lipidów po odparowaniu, w warunkach zredukowanego ciśnienia mieszaniny chloroformu i alkoholu metylowego, dodano 10 ml heksanu, a następnie pobierano taką ilość roztworu do próbki typu falcon, aby uzyskać masę rzędu 100 mg osadu tłuszczowego. Rozpuszczalnik odparowano w strumieniu gazu obojętnego (N₂), dodano 10 ml 12% roztworu KOH w alkoholu metylowym i poddano saponifikacji, ogrzewając roztwór w łaźni wodnej o temperaturze 80°C w czasie 15 min. Po ochłodzeniu próby dodano 5 ml wody i frakcję niezmydloną ekstrahowano dwukrotnie 10 ml heksanu. Połączone warstwy heksanowe umieszczono w szklanej próbce i odparowano w warunkach zredukowanego ciśnienia. Następnie do próby dodano 100 μl pirydyny oraz 100 μl odczynnika BSTFA z 1% TCMS i po wymieszaniu realizowano proces derywatywacji w temperaturze pokojowej przez 24 h. Następnie próby ponownie ekstrahowano, dwukrotnie, z użyciem heksanu (500 μl) i poddano analizie z wykorzystaniem chromatografu (model: Finnigan Focus PolarisQ). Rozdział chromatograficzny prowadzono z wykorzystaniem kolumny kapilarnej Rtx-IMS, firmy Restek (długość: 30 m, ID: 0,250 mm, film: 0,25 μm).

Zawartość cholesterolu całkowitego przeliczono na masę żółtka, a zawartość kwasów tłuszczowych podano procentowo w sumie kwasów tłuszczowych. Uzyskane wyniki poddano jednoczynnikowej analizie wariancji, wykorzystując program Statistica ver. 8. Istotność różnic między grupami dla wartości średnich obliczono przy użyciu testu Duncana na poziomie $p \leq 0,05$.

Wyniki i omówienie

Parametry produkcyjne (nieśność, masa jaja, zużycie paszy) odpowiadały standardom dla kur niosek Lohmann Brown (38). Przedmiotem badań były składniki lipidowe żółtka, gdyż są one ważne z punktu widzenia wartości odżywczej i dietetycznej jaja. Wielu autorów uważa, że im mniej cholesterolu a więcej kwasów nienasyconych, szczególnie PUFA z rodziny n-3 (w tym EPA i DHA), tym wyższa jest wartość konsumencka jaj. Istotny jest też stosunek n-6/n-3, który powinien być jak najniższy. Zawartość cholesterolu i profil kwasów tłuszczowych żółtka jaja są uwarunkowane czynnikami genetycznymi (rasa) i wiekiem ptaków oraz czynnikami żywieniowymi, np. ilością i rodzajem tłuszczów (i białka) w mieszance paszowej (22, 32, 34, 46, 49, 55).

W tabeli 3 zestawiono wyniki badań zawartości cholesterolu w żółtku jaj pochodzących z czterech grup

Tab. 3. Zawartość cholesterolu całkowitego w jajach w różnych fazach nieśności kur ($\bar{x} \pm SD$)

Seria	Grupa (mg/g żółtka)			
	K	A	B	C
I	11,83 ± 0,64	12,83 ^a ± 1,24	11,48 ^b ± 0,75	10,97 ^b ± 0,78
II	12,18 ^a ± 0,97	11,40 ± 0,80	10,94 ^b ± 1,02	10,88 ^b ± 0,89
III	11,82 ^a ± 0,65	11,87 ± 1,03	11,35 ± 0,96	10,78 ^b ± 0,95
Średnia	11,94 ^a ± 0,72	12,04 ^a ± 0,90	11,26 ^b ± 0,87	10,88 ^b ± 0,79

Objaśnienia: grupy: K – kontrolna, A – dośw. „huminowo-torfowa”, B – dośw. „huminowo-ziółtowa”, C – dośw. „huminowo-lucernowa”; serie: I – pobranie: 31. tydzień życia kur, II – 54. tydzień życia; III – 65. tydzień życia; wartości zaznaczone w jednym wierszu różnymi literami (a, b, c) różnią się statystycznie istotnie przy poziomie istotności $p \leq 0,05$

niosek w trzech seriach badawczych (okresach nieśności). Najniższą zawartość (10,78 mg/g żółtka) odnotowano w III serii w grupie C, a najwyższą (12,83 mg/g żółtka) w I serii w grupie A. Nie było jednoznacznych tendencji w kształtowaniu się zawartości cholesterolu w jajach w poszczególnych okresach życia kur (trzech fazach nieśności), co sugeruje, że poziom tego lipidu w przeliczeniu na jednostkę masy żółtka jest podobny w całym cyklu nieśności, czego nie potwierdzają niektórzy autorzy (3, 13, 31, 48).

Średnie stężenie cholesterolu z wszystkich trzech serii wyniosło w grupie kontrolnej (K) 11,94 mg/g żółtka, a w grupach doświadczalnych mieściło się w przedziale 10,88 (grupa C) – 12,04 mg/g żółtka (grupa A). Najniższe średnie wartości zanotowano w grupie otrzymującej preparat H-I. Różnice statystycznie istotne stwierdzono między grupą kontrolną (K) a grupami doświadczalnymi B i C ($p \leq 0,05$). Natomiast preparat H-t (grupa A) nie wywierał wpływu na zawartość cholesterolu w żółtku jaja.

W dostępnej literaturze zawartość cholesterolu w żółtku podawana jest w dość wąskich granicach. W zależności od rasy kur czy systemu chowu wynosi od 11,93 do 15,10 mg/g żółtka (31, 52, 55). Wpływ czynników żywieniowych na zawartość cholesterolu w jajach jest ograniczony, gdyż składnik ten jest niezbędny w procesach reprodukcji drobiu i w głównej mierze uwarunkowany genetycznie (13). Jego biosynteza odbywa się głównie w wątrobie (21), ale możliwa jest jej modyfikacja poprzez wprowadzenie do diety kur niektórych substancji biologicznie aktywnych, np. w żywieniu niosek Leghorn zastosowano proszek z czosnku i (lub) czarnej herbaty. Po czterech tygodniach nastąpił spadek zawartości cholesterolu całkowitego o 66% przy dodatku 2% herbaty oraz o 70% (do 24,09 mg/g żółtka) przy 1% dodatku czosnku do

Tab. 4. Profil kwasów tłuszczowych (%) w żółtku jaja w różnych fazach nieśności kur

Kwas tłuszczowy	Grupa											
	K			A			B			C		
	Seria											
	I	II	III	I	II	III	I	II	III	I	II	III
C 14:0	0,23	0,26	0,28	0,27	0,23	0,34	0,28	0,31	0,33	0,30	0,29	0,31
C 15:0	0,09	0,09	0,12	0,10	0,09	0,10	0,08	0,08	0,12	0,11	0,10	0,11
C 16:0	22,07	23,64	22,11	20,16	20,43	20,83	20,52	21,99	22,20	21,39	20,89	22,41
C 17:0	0,34	0,30	0,36	0,43	0,37	0,42	0,34	0,33	0,38	0,40	0,40	0,39
C 18:0	10,59	9,26	12,08	13,39	12,64	11,13	12,40	11,61	10,50	12,00	12,32	11,04
C 20:0	0,13	0,12	0,17	0,14	0,13	0,19	0,13	0,13	0,15	0,17	0,17	0,12
Σ SFA	33,45	33,67	35,12	34,49	33,89	33,01	33,75	34,45	33,68	34,37	34,17	34,38
C 16:1	3,61	3,59	4,37	3,65	3,19	4,22	3,94	4,04	4,01	3,75	3,70	4,30
C 18:1	36,69	37,34	34,08	35,71	37,11	36,04	36,19	36,56	36,00	35,05	35,09	35,03
C 20:1	0,35	0,28	0,52	0,44	0,40	0,50	0,41	0,36	0,46	0,33	0,34	0,56
Σ MUFA	40,68	41,25	39,02	39,84	40,73	40,82	40,58	41,0	40,5	39,17	39,17	39,93
C 18:2	20,46	20,57	20,79	19,31	19,50	20,76	19,49	19,30	19,61	20,37	20,38	19,89
C 20:2	0,33	0,26	0,55	0,42	0,37	0,46	0,37	0,31	0,46	0,33	0,35	0,50
C 20:3	0,20	0,15	0,43	0,23	0,21	0,38	0,21	0,18	0,45	0,20	0,20	0,44
C 20:4	2,46	2,08	1,78	3,17	2,97	1,95	2,69	2,30	2,08	2,79	2,86	2,17
Σ PUFA n-6	23,45	23,06	23,55	23,13	23,05	23,55	22,76	22,09	22,6	23,69	23,79	23,0
C 18:3	1,04	0,96	1,15	1,08	0,96	1,27	1,28	1,16	1,28	1,26	1,28	1,44
C 20:5	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,02	0,02	0,01	0,02	0,02	0,02	0,03
C 22:6	1,38	1,05	1,21	1,47	1,35	1,33	1,61	1,29	1,83	1,49	1,56	1,28
Σ PUFA n-3	2,42	2,01	2,37	2,56	2,32	2,62	2,91	2,47	3,13	2,77	2,86	2,75

Objaśnienia: jak w tab. 3 oraz: Σ SFA – suma kwasów nasyconych, Σ MUFA – suma kwasów jednonienasyconych, Σ PUFA – suma kwasów wielonienasyconych

paszy. Autorzy nie podają jednak, czy nie nastąpiły ewentualne zmiany cech sensorycznych jaj, nie mówiąc o kosztach wzbogacanej diety kur (5). Prawdopodobnie substancje biologicznie czynne zawarte w tych roślinach powodują wzrost aktywności enzymów, które odpowiadają za przekształcanie cholesterolu w kwasy żółciowe (13).

Zwiększone zużycie cholesterolu w procesie syntezy kwasów żółciowych w wątrobie wpływa na zmniejszenie jego udziału w komórkach, w tym w jajach (40). Tak więc poprzez wprowadzenie ziół i innych roślin zawierających biologicznie aktywne związki stymulujące aktywność wątroby można w pewnym stopniu wpływać na metabolizm cholesterolu u drobiu. Nowsze badania wskazują, że u kur Leghorn stosując w paszy dodatek ekstraktu z tymianku (40 mg/kg), kopru włoskiego (40 mg/kg) z udziałem 10% nasion lnu uzyskano spadek zawartości cholesterolu całkowitego o 27,9% (z 227,2 do 163,7 mg/żółtko) (58). Autorzy nie podają, czy miało to wpływ na cechy organoleptyczne jaj. Obiecujące wydają się wyniki zastosowania fruktanów (inulina i oligofruktoza) w żywieniu kur nieśnych. Efektem dodatku do paszy tych związków jest istotne obniżenie zawartości cholesterolu całkowitego z poziomu średnio 199 mg cholesterolu/żółtko do 151 mg (oligofruktoza) i 153 mg cholesterolu/żółtko (inulina) i to po okresie 4 tygodni stosowania tych fruktanów (11).

Zastosowane w badaniach własnych dodatki fito-huminy, ale tylko z udziałem suszu z lucerny lub ziół, wpłynęły istotnie na obniżenie zawartości cholesterolu w żółtkach jaj. Zioła (mięta, pokrzywa, dziurawiec) mają działanie żółciopędne i żółciotwórcze, natomiast mechanizm oddziaływania lucerny na metabolizm cholesterolu jest trudny do jednoznacznej interpretacji. Wyniki niektórych badań wskazują, że dodatek do paszy preparatów z lucerny wpływa pozytywnie na redukcję stężenia cholesterolu we krwi (16, 45), w mniejszym stopniu w żółtku jaja (19, 21, 27). Zwraca uwagę brak wpływu dodatku preparatu H-t (grupa A) na zawartość cholesterolu w żółtku,

choć niektórzy autorzy obserwowali korzystny wpływ preparatów huminowych na inne cechy jakościowe jaj (12, 18, 33, 54).

Wyniki badań zawartości kwasów tłuszczowych w żółtku jaj przedstawiono w tabelach 4 i 5. Niewielkie różnice procentowe między grupami wystąpiły w udziale kwasów nasyconych (SFA) i jednonienasyconych (MUFA). Tych pierwszych (SFA) było najwięcej w grupie C (H-1), ale w tej grupie było najmniej tych drugich (MUFA). Natomiast jednoznacznie korzystniejszy był skład kwasów nienasyconych (PUFA), szczególnie w grupie B (zioła). Najniższy ($p < 0,05$) był bowiem w tej grupie poziom PUFA n-6 (22,48%), a najwyższy udział stanowiły kwasy PUFA n-3 (2,84%). Znaczący wzrost odnosi się do kwasów długołańcuchowych, szczególnie C18:3 (ALA) i C22:6 (DHA) w grupach doświadczalnych B i C w porównaniu do grupy K. Korzystnie obniżyła się proporcja n-6/n-3 i to we wszystkich grupach otrzymujących analizowane dodatki specjalne. W grupie kontrolnej stosunek n-6/n-3 kształtował się średnio na poziomie 10,37, a w grupach doświadczalnych od 8,33 do 9,30 ($p \leq 0,05$).

Tab. 5. Zawartość kwasów tłuszczowych (%) i wskaźniki lipidowe żółtka jaj ($\bar{x} \pm SD$)

Wyszczególnienie	Grupa			
	K	A	B	C
C 14:0	0,26	0,28	0,31	0,30
C 15:0	0,10	0,10	0,09	0,11
C 16:0	22,61	20,47	21,57	21,56
C 17:0	0,33	0,41	0,35	0,40
C 18:0	10,64	12,39	11,50	11,79
C 20:0	0,14	0,15	0,14	0,15
Σ SFA	34,08 \pm 0,87	33,80 ^b \pm 0,69	33,96 \pm 0,47	34,31 ^a \pm 0,19
C 14:1	0,04	0,04	0,04	0,04
C 16:1	3,86	3,69	4,00	3,92
C 18:1	36,04	36,29	36,25	35,06
C 20:1	0,38	0,45	0,41	0,41
Σ MUFA	40,32 ^b \pm 1,10	40,46 ^b \pm 0,51	40,69 ^b \pm 0,32	39,42 ^a \pm 0,41
C 18:2	20,61	19,86	19,47	20,21
C 20:2	0,38	0,42	0,38	0,39
C 20:3	0,26	0,27	0,28	0,28
C 20:4	2,11	2,70	2,36	2,61
Σ PUFA n-6	23,35 ^a \pm 0,28	23,24 ^a \pm 0,25	22,48 ^b \pm 0,32	23,49 ^a \pm 0,39
C 18:3	1,05	1,10	1,24	1,33
C 20:5	0,00	0,02	0,02	0,02
C 22:6	1,21	1,38	1,58	1,44
Σ PUFA n-3	2,27 ^a \pm 0,16	2,50 ^b \pm 0,15	2,84 ^c \pm 0,22	2,79 ^c \pm 0,12
n-6/n-3	10,37 ^a \pm 0,96	9,30 ^b \pm 0,50	8,33 ^c \pm 0,64	8,43 ^c \pm 0,18
Wskaźnik cholesterolemiczny h/H	2,68 ^b \pm 0,10	2,97 ^a \pm 0,06	2,80 ^b \pm 0,14	2,79 ^b \pm 0,13
Indeks aterogeniczny AI	0,36 ^b \pm 0,03	0,32 ^a \pm 0,02	0,35 ^b \pm 0,02	0,35 ^b \pm 0,02
Indeks trombogeniczny TI	0,87 ^a \pm 0,04	0,84 ^b \pm 0,03	0,83 ^b \pm 0,04	0,84 ^b \pm 0,03

Objaśnienia jak w tab. 3 i 4

Dodatek do paszy niektórych nasion, olejów roślinnych i produktów rybnych (głównie tłuszczów) czy alg morskich modyfikuje bardzo korzystnie skład lipidowy żółtka jaja (10, 22, 30, 39, 46, 57), np. wykazano, że wprowadzenie do paszy dla niosek White Leghorn 5% oleju z lnicznika siewnego (*Camelina sativa*) powoduje istotny wzrost zawartości kwasów omega-3, a w szczególności kwasu C18:3 (α -linolenowego) w treści jaja (48), a dodatek do paszy u niosek Hy-Line 3,5% oleju lnianego i 1,5% oleju rybnego powoduje istotny wzrost stężenia kwasów PUFA (głównie DHA) w żółtku z 6,80% do 8,56% w porównaniu do grupy, która otrzymywała 1,5% oleju lnianego i 3,5% oleju rybnego (30). Wiadomo jednak, że może to powodować pogorszenie cech organoleptycznych jaj, nieakceptowanych przez konsumentów (34, 36).

Obliczone wskaźniki jakości lipidów wyrażone jako h/H oraz AI i TI były nieco zróżnicowane w poszczególnych grupach. Najniższa średnia wartość wskaźnika h/H wystąpiła w grupie K (2,68), a najwyższa w grupie A (2,97). Korzystnie jest, gdy wskaźnik ten jest niższy od 2,5 (14), a więc w żadnej grupie nie był osiągalny. Inni autorzy (52) wykazali w jajach kur zielononóżka kuroopatwiana, Sussex i Leghorn istotny wzrost podobnego wskaźnika, tj. DFA/OFA (DFA – kwasy neutralne i hipocholesterolemiczne: C18:0 + UFA; OFA – kwasy hipercholesterolemiczne: C14:0 + C16:0) między 32. a 56. tygodniem życia tych kur.

Z badań własnych wynika, że indeks AI (aterogenność) wykazywał istotne obniżenie, ale tylko w grupie A (0,32) w porównaniu do pozostałych (0,35-0,36). Natomiast indeks TI (trombogenność) wykazywał jednoznaczne i statystycznie istotne ($p < 0,05$) tendencje spadku w trzech grupach doświadczalnych. Najniższa wartość TI wynosiła średnio 0,83 (grupa B), gdy w grupie K wynosiła 0,87 ($p \leq 0,05$). Attia i wsp. (3) podają dla jaj spożywczych wartości AI od 0,458 do 0,533, zaś dla TI 0,395 do 0,784 w zależności od źródła ich pochodzenia (ferma). Zupełnie inne są wartości tych indeksów dla mięsa brojlerów i tuczników oraz mleka krów, gdyż odmienne są w ich tłuszczu zawartości kwasów SFA i PUFA (2, 23, 47). Ulbricht i Southgate (56) uważają indeksy AI i TI za lepsze wskaźniki aterogenności i trombogenności niż stosunek kwasów PUFA/SFA; generalnie, im niższa jest ich wartość, tym korzystniejsza ze zdrowotnego punktu widzenia. Wiąże się to z tym, że nie wszystkie kwasy SFA są hipercholesterolemiczne, a działanie protekcyjne oprócz kwasów wielonienasyconych (PUFA) wykazują także kwasy jednonienasycone (MUFA).

W ogólnej ocenie należy stwierdzić, iż zastosowane dodatki paszowe w żywieniu kur LB spowodowały korzystne zmiany w kształtowaniu się jakości wskaźników lipidowych. Preparaty H-z i H-l wpłynęły istotnie na obniżenie średniej zawartości cholesterolu, a wszystkie wydatnie poprawiły profil kwasów tłuszczowych w żółtku, istotnie wzrosła bowiem zawartość kwasów PUFA n-3 i obniżył się stosunek

n-6/n-3 w porównaniu z grupą kontrolną. Nie stwierdzono istotnego wpływu stosowanych preparatów na poziom wskaźnika h/H, ale indeksy jakości lipidów (aterogenność i trombogenność) były korzystniejsze w grupach doświadczalnych, wartość AI była istotnie najniższa w grupie A (H-t), zaś wartość TI była istotnie niższa w trzech grupach doświadczalnych (A-C) w porównaniu z grupą K.

Paszowe preparaty fito-huminowe zwiększają wartość odżywczą jaj, natomiast potrzebne byłyby dalsze badania nad ich wpływem na cechy sensoryczne oraz trwałość przechowalniczą tego ważnego produktu spożywczego i surowca w przemyśle jajczarskim.

Piśmiennictwo

1. AOAC: Official Methods of Analysis of AOAC International. 18th Ed., Rev. 3, (Ed. W. Horowitz and G. W. Latimer, Jr.), AOAC Int., Gaithersburg, MA, USA 2010.
2. Attia Y. A., Al-Harathi M. A., Korish M. A., Shiboob M. M.: Fatty acid and cholesterol profiles, hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of broiler meat in the retail market. *Lipids Health Dis.* 2017, 16, 40-47.
3. Attia Y. A., Al-Harathi M. A., Korish M. A., Shiboob M. M.: Fatty acid and cholesterol profiles and hypocholesterolemic, atherogenic, and thrombogenic indices of table eggs in the retail market. *Lipids Health Dis.* 2015, 14, 136-143.
4. Avato P., Bucci R., Tava A., Rosato A., Bialy Z., Jurzysta M.: Antimicrobial activity of saponins from *Medicago* sp.: structure-activity relationship. *Phytother. Res.* 2006, 20, 454-457.
5. Azeke M. A., Ekpo K. E.: Egg yolk cholesterol lowering effects of garlic and tea. *J. Biol. Sci.* 2008, 8, 456-460.
6. Bhattaram V. A., Graefe U., Kohler C., Veit M., Derendorf H.: Pharmacokinetics and Bioavailability of Herbal Medicinal Products. *Phytomedicine* 2002, 9, 1-33.
7. Bodkowski R., Czyż K., Kupczynski R., Patkowska-Sokola B., Nowakowski P., Wiliczkiwicz A.: Lipid complex effect on fatty acid profile and chemical composition of cow milk and cheese. *J. Dairy Sci.* 2016, 99, 57-67.
8. Bubel F., Dobrzański Z., Gawel A., Pogoda-Sewerniak K., Grell E. R.: Effect of humic-plant feed preparations on biochemical blood parameters of laying hens in deep litter housing system. *Pol. J. Vet. Sci.* 2015, 18, 131-139.
9. Bubel F., Dobrzański Z., Kowalska-Górska M., Opaliński S., Trziszka T.: Effect of mineral-organic feed additives on the content of elements in raw egg material. *Przem. Chem.* 2013, 92, 962-965.
10. Cachaldora P., Garcia-Rebollar P., Alvarez C., De Blas C., Mendez J.: Effect of type and level of basal fat and level of fish oil supplementation on yolk fat composition and n-3 fatty acids deposition efficiency in laying hens. *Anim. Feed Sci. Technol.* 2008, 141, 104-114.
11. Chen Y. C., Chen T. C.: Mineral utilization in layers as influenced by dietary oligofructose and inulin. *Int. J. Poult. Sci.* 2004, 3, 442-445.
12. Dobrzański Z., Górecka H., Chojnacka K., Górecka H., Synowiec M.: Effect of dietary humic preparations on the content of trace elements in hens' eggs. *Am. J. Agri. Biol. Sci.* 2007, 2, 234-240.
13. Elkin R. G.: Reducing shell egg cholesterol content. I. Overview, genetic approaches, and nutritional strategies. *World's Poult. Sci. J.* 2006, 62, 665-687.
14. Fernández M., Ordóñez J. A., Cambero I., Santos C., Pin C., de la Hoz L.: Fatty acid compositions of selected varieties of Spanish dry ham related to their nutritional implications. *Food Chem.* 2007, 101, 107-112.
15. Folch J., Lees M., Stanley G. H. S.: A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J. Biol. Chem.* 1957, 226, 497-509.
16. Francis G., Kerem Z., Makkar H. P. S., Becker K.: The biological action of saponins in animal system: as review. *Br. J. Nutr.* 2002, 88, 587-605.
17. Gladkowski W., Kielbowicz G., Chojnacka A., Bobak Ł., Spychaj R., Dobrzański Z., Trziszka T., Wawrzęńczyk C.: The effect of feed supplementation with dietary sources of n-3 polyunsaturated fatty acids, flaxseed and algae *Schizochytrium* sp., on their incorporation into lipid fractions of Japanese quail eggs. *Int. J. Food Sci. Tech.* 2014, 49, 1876-1885.
18. Gladkowski W., Kielbowicz G., Chojnacka A., Gil M., Trziszka T., Dobrzański Z., Wawrzęńczyk C.: Fatty acid composition of egg yolk phospholipid fractions following feed supplementation of Lohmann Brown hens with humic-fat preparations. *Food Chem.* 2011, 126, 1013-1018.
19. Grell E. R., Ognik K., Czech A., Matras J.: Quality assessment of eggs from laying hens fed a mixture with lucerne protein concentrate. *J. Anim. Feed Sci.* 2014, 23, 236-243.

20. Grela E. R., Pietrzak K.: Production technology, chemical composition and use of alfalfa protein-xanthophyll concentrate as dietary supplement. *J. Food Proc. Technol.* 2014, 10, 373-377.
21. Griffin J. E.: Manipulation of egg yolk cholesterol: A physiologist's view. *World's Poult. Sci. J.* 1992, 48, 101-112.
22. Hammershøj M., Niels F. J.: Review: The effect of grass and herbs in organic egg production on egg fatty acid composition, egg yolk colour and sensory properties. *Livest. Sci.* 2016, 194, 37-43.
23. Hanczakowska E., Świątkiewicz M., Grela E. G.: Effect of dietary inclusion of a herbal extract mixture and different oils on pig performance and meat quality. *Meat Sci.* 2015, 108, 61-66.
24. Hanczakowska E., Urbańczyk J.: Efficiency of herb mixtures as antibiotic replacers for piglets according to their age. *Ann. Anim. Sci.* 2002, 2, 131-138.
25. Islam K. M. S., Schuhmacher A., Gropp J. M.: Humic acid substances in animal agriculture. *Pakistan J. Nutr.* 2005, 4, 126-134.
26. Karaoglu M., Macit M., Esenboga N., Durdag H., Turgut L., Bilgin O. C.: Effect of supplemental humate at different levels on the growth performance slaughter and carcass traits of broilers. *Int. J. Poult. Sci.* 2004, 3, 406-410.
27. Khajali F., Eshraghi M., Zamani F., Fathi E.: Supplementation of exogenous enzymes to laying hen diets containing alfalfa: Influence upon performance and egg yolk cholesterol and pigmentation. *Proc. 16th Eur. Symp. Poult. Nutr. WPSA Strasbourg, France 2007*, s. 713-715.
28. Khaleel A. E., Gad M. Z., El-Maraghy S. A., Hifnawy M. S., Abdel-Sattar E.: Study of Hypocholesterolemic and Antiatherosclerotic Properties of Medicago sativa L. Cultivated in Egypt. *J. Food Drug Anal.* 2005, 13, 212-218.
29. Kocabagli N., Alp M., Acar N., Kahraman R.: The effect of dietary humate supplementation on broiler growth and carcass yield. *Poult. Sci.* 2002, 81, 227-230.
30. Kralik G., Škrtić Z., Suchý P., Straková E., Gajčević Z.: Feeding fish oil and linseed oil to laying hens to increase the n-3 PUFA in egg yolk. *Acta Vet. Brno* 2008, 77, 561-568.
31. Krawczyk J., Sokolowicz Z., Szymczyk B.: Effect of housing system on cholesterol, vitamin and fatty acid content of yolk and physical characteristics of eggs from Polish native hens. *Archiv Geflügelk.* 2011, 75, 151-157.
32. Krawczyk J., Sokolowicz Z., Świątkiewicz S., Koreleski J., Szefer M.: Performance and egg quality of hens from conservation flocks fed a diet containing maize distillers dried grains with solubles (DDGS). *Ann. Anim. Sci.* 2012, 12, 247-260.
33. Kucukersan S., Kucukersan K., Colpan I., Goncuoglu E., Reisli Z., Yesilbag D.: The effects of humic acid on egg production and egg traits of laying hen. *Vet. Med.-Czech.* 2005, 50, 406-410.
34. Laca A., Paredes B., Diaz M.: Quality characteristics of n-3 polyunsaturated fatty acid-enriched eggs. *J. Anim. Feed Sci.* 2009, 18, 101-112.
35. Leporatti M. L., Ivancheva S.: Preliminary comparative analysis of medicinal plants used in the traditional medicine of Bulgaria and Italy. *J. Ethnopharmacol.* 2003, 87, 123-142.
36. 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.
37. Lien T. F., Horng Y. M., Wu C. P.: Feasibility of replacing antibiotic feed promoters with the Chinese traditional herbal medicine Bazhen in weaned piglets. *Livest. Prod. Sci.* 2007, 107, 97-102.
38. Management Guide (Lohmann Brown Classic), Ed. Lohmann Tierzucht GmbH, Cuxhaven, Germany 2010.
39. Michalak I., Chojnacka K., Dobrzański Z., Górecki H., Zielińska A., Korczyński M., Opaliński S.: Effect of macroalgae enriched with microelements on egg quality parameters and mineral content of eggs, eggshell, blood, feathers and droppings. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 2012, 95, 374-387.
40. Murray R. K., Granner D. K., Mayes P. A., Rodwell V. W.: *Biochemia Harpera*. Wyd. Lek. PZWL, Warszawa 2002.
41. Ognik K., Cholewińska E., Sembratowicz I., Grela E. R., Czech A.: The potential of using plant antioxidants to stimulate antioxidant mechanisms in poultry. *World's Poult. Sci. J.* 2016, 72, 291-298.
42. Opaliński S., Dolińska B., Korczyński M., Chojnacka K., Dobrzański Z., Ryska F.: Effect of iodine-enriched yeast supplementation of diet on performance of laying hens, egg traits and egg iodine content. *Poult. Sci.* 2012, 91, 1627-1632.
43. Pajk T., Rezar V., Levart A., Salobir J.: Efficiency of apples, strawberries, and tomatoes for reduction of oxidative stress in pigs as a model for humans. *Nutrition* 2006, 22, 376-384.
44. Patent nr 215300: Sposób wytwarzania preparatów huminowo-ziolowo-mineralnych. UP RP 2010.
45. Ponte P. I. P., Mendes I., Quaresma M., Aguiar M. N. M., Lemos J. P. C., Ferreira L. M. A., Soares M. A. C., Alfaia C. M., Prates J. A. M., Fontes C. M. G. A.: Cholesterol levels and sensory characteristics of meat from broilers consuming moderate to high levels of alfalfa. *Poult. Sci.* 2004, 83, 810-814.
46. Popiela E., Króliczewska B., Zawadzki W., Opaliński S., Skiba T.: Effect of extruded amaranth grains on performance, egg traits, fatty acids composition, and selected blood characteristics of laying hens. *Livest. Sci.* 2013, 155, 308-315.
47. Puppel K., Nałecz-Tarwacka T., Kuczyńska B., Gołbiewski M., Grodzki H.: Influence of combined supplementation of cows' diet with linseed and fish oil on the thrombogenic and atherogenic indicators of milk fat. *Anim. Sci. Pap. Rep.* 2012, 30, 317-332.
48. Rokka T., Alén K., Valaja J., Ryhänen E.-L.: The effect of a Camelina sativa enriched diet on the composition and sensory quality of hen eggs. *Food Res. Int.* 2002, 35, 253-256.
49. Rutkowski A., Hejdysz M., Kaczmarek S., Adamski M., Nowaczewski S., Jamroz D.: The effect of addition of yellow lupin seeds (*Lupinus luteus* L.) to laying hen diets on performance and egg quality parameters. *J. Anim. Feed Sci.* 2017, 26, 247-256.
50. Sicińska P., Pytel E., Kurowska J., Koter-Michalak M.: Suplementacja kwasami omega w różnych chorobach. *Post. Hig. Med. Dośw.* 2015, 69, 838-852.
51. Sidhu G. S., Oakenfull D. G.: A mechanism for the hypocholesterolaemic activity of saponins. *Br. J. Nutr.* 1986, 55, 643-649.
52. Sosnowka-Czajka E., Skomorucha I., Herbut E.: Kształtowanie się wybranych cech jakościowych jaj kur rodzimego pochodzenia. *Rocz. Nauk. Zoot.* 2014, 41, 93-105.
53. Stevenson F. J.: Effect of supplemental humate at different levels. *Humus – chemistry genesis composition, reactions*. John Wiley and Sons, New York, NY 1994.
54. Trziszka T., Dobrzański Z., Kaźmierska M., Tronina L., Skiba M.: Effect of dietary humic-fatty preparations on egg quality in Lohmann Brown hens. *Arch. Geflügelk.* 2011, 75, 84-90.
55. Trziszka T., Dobrzański Z., Oziębłowski M., Jarmoluk A., Krasnowska G.: An attempt to compare the quality of chicken eggs from cage system and ecological production. *Arch. Geflügelk.* 2004, 68, 269-274.
56. Ulbricht T. L. V., Southgate D. A. T.: Coronary disease seven dietary factors. *Lancet* 1991, 338, 985-992.
57. Vakili R., Majidzadeh Heravi R.: Performance and Egg Quality of Laying Hens Fed Diets Supplemented with Herbal Extracts and Flaxseed. *Poult. Sci.* J. 2016, 4, 107-116.
58. Walczak J., Bocian S., Kowalkowski T., Trziszka T., Buszewski B.: Determination of omega fatty acid profiles in egg yolk by HILIC-LC-MS and GC-MS. *Food Anal. Meth.* 2017, 10, 1264-1272.

Adres autora: prof. dr hab. Zbigniew Dobrzański, ul. J. Chelmońskiego 38C, 51-630 Wrocław; e-mail: zbigniew.dobrzański@upwr.edu.pl