Praca oryginalna *Original paper*

Wpływ dodatku naświetlanych promieniami podczerwonymi nasion grochu w mieszankach dla brojlerów na status zdrowotny i wybrane wskaźniki produkcyjne

BOŻENA KICZOROWSKA, WIOLETTA SAMOLIŃSKA, EUGENIUSZ R. GRELA, DARIUSZ ANDREJKO*

Instytut Żywienia Zwierząt i Bromatologii, Wydział Biologii i Hodowli Zwierząt, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin
*Katedra Biologicznych Podstaw Technologii Żywności i Pasz, Wydział Inżynierii Produkcji, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, ul. Głęboka 28, 20-612 Lublin

Otrzymano 25.04.2014 *Zaakceptowano 17.07.2014*

Kiczorowska B., Samolińska W., Grela E. R., Andrejko D.

Effect of infrared-irradiated pea seeds in mixtures for broilers on the health status and selected performance indicators of the birds

Summary

The aim of the study was to examine the possibility of substituting infrared-irradiated pea seeds for soybean meal as a protein source in mixtures for broiler chicks, and to determine the impact of such substitution on selected indicators of the performance and health status of the birds. The study was conducted on 150 308 Ross chickens divided into three groups: control (K), group I, and group II. The mixture for the control group was based on cereals and soybean meal (SBM), whereas in groups I and II, 50% and 100% of SBM protein, respectively, were replaced with protein from infrared-irradiated pea seeds. Bird performance was measured in body weight gains and feed consumption, and EWW was calculated. Nutrient digestibility coefficients were also calculated, and slaughter analyses were performed. In blood samples, hematological and biochemical indicators were estimated to evaluate the health of the birds.

The complete replacement of soybean meal with pea seeds resulted in a decrease ($P < 0.05$) of average daily gains of chickens in group II of up to 17%. Production performance in group I after a partial (50%) replacement of SBM with pea seeds was similar to that in the control group. The digestibility of basic nutrients in the final period of fattening was similar in all groups. The replacement of soybean meal with peas did not affect slaughter performance or the proportion of breast muscles and leg muscles in the carcass.

Compared with the control group, in both experimental groups a decrease was noted ($P < 0.05$) in the Ht value (by 23% and 19% in groups I and II, respectively), and in group I a lower ($P < 0.05$) RBC count (by 16%) was observed. A decreased count of WBC ($P < 0.05$) (by 14% and 24% in groups I and II, respectively) and a reduced total cholesterol level (by about 15% in both experimental groups) were observed as well. In the blood of birds from group II, the total protein was reduced ($P < 0.05$) by approximately 9% and uric acid by 19% in comparison with the control. The AST activity in group I was lower ($P < 0.05$) than in the control. In both groups receiving irradiated peas in mixtures, urea in blood was reduced ($P < 0.05$) compared with the control birds (by approximately 14% and 12% for groups I and II, respectively). No differences in ALP, ALT and LDH activities were noted among the groups.

The results confirm the usefulness of substituting irradiated pea seeds for 50% of soybean meal protein in mixtures for broiler chicken.

Keywords: micronization, pea seeds, broilers, production effects, blood indices

Nasiona krajowych roślin bobowatych są relatywnie tanim źródłem białka w żywieniu drobiu. Obecność w nich substancji antyżywieniowych oraz dużych ilości włókna pokarmowego szczególnie w żywieniu zwierząt monogastrycznych może istotnie pogarszać ich kondycję zdrowotną oraz negatywnie wpływać na pobranie paszy, jej strawność i w efekcie obniżać wyniki produkcyjne (26, 28). Stosowanie zabiegów techno-

logicznych, do których zalicza się proces naświetlania promieniami podczerwonymi (mikronizacja), pozwala m.in. obniżyć poziom związków niekorzystnych oraz jakościowo i ilościowo zmodyfikować frakcję składników włóknistych paszy. To otwiera możliwości szerszego wykorzystania tych materiałów paszowych w produkcji drobiarskiej (1, 19, 20).

Zmiany składu chemicznego zachodzące w surowcach roślinnych podczas obróbki technologicznej są wielokierunkowe. Oprócz pożądanych zmian składu chemicznego surowca obserwuje się również straty aminokwasów egzogennych, niekorzystną modyfikację struktur tłuszczowych, a także powstawanie trudno strawnych kompleksów węglowodanów z cukrami i białkami (12, 24). W efekcie może to prowadzić do zakłócenia procesów metabolicznych, pogorszenia statusu zdrowotnego ptaków, a nawet inicjowania stanów chorobowych w organizmie, co w pierwszej fazie jest sygnalizowane spadkiem produkcyjności zwierząt. Dlatego przy wprowadzaniu nowych pasz wskazane jest monitorowanie stada nie tylko na poziomie jego produkcyjności, ale głównie jego parametrów zdrowotnych (32).

Celem badań było określenie możliwości zastąpienia poekstrakcyjnej śruty sojowej, jako źródła białka w mieszankach dla kurcząt brojlerów, nasionami grochu naświetlanymi promieniami podczerwonymi oraz ich wpływu na wybrane wskaźniki produkcyjne i status zdrowotny ptaków.

Materiał i metody

Badania przeprowadzono na 150 kurczętach Ross 308 podzielonych na 3 grupy (po 50 szt.), na które składało się 5 powtórzeń po 10 kurcząt (5 kurek i 5 kogutków). Okres trwania doświadczenia wynosił 6 tygodni. Od pierwszego dnia odchowu brojlery żywiono zgodnie z założeniami układu metodycznego, w którym czynnikiem doświadczalnym był zróżnicowany udział naświetlanych nasion grochu siewnego. W grupie kontrolnej (grupa K) 100% białka, pochodzącego z pasz białkowych, w mieszance pokrywała poekstrakcyjna śruta sojowa, w grupie I – 50% białka z pasz białkowych pokrywały naświetlane nasiona grochu i 50% – poekstrakcyjna śruta sojowa, a w grupie II – 100% białka z pasz białkowych pokrywały naświetlane nasiona grochu. Podstawowe mieszanki paszowe sporządzono ze śruty zbożowej (pszenna i kukurydziana) oraz poekstrakcyjnej śruty sojowej (tab. 1), zgodnie z zaleceniami podanymi w normach (2). Do przygotowania mieszanek doświadczalnych wykorzystano nasiona grochu siewnego (*Pisum sativum* L.) odmiany Pomorskiej naświetlane w temperaturze 130°C w czasie 60 s. Proces naświetlania przeprowadzono w warunkach laboratoryjnych, wykorzystując generator promieni podczerwonych z płaszczyznowym promiennikiem podczerwieni ESC-1 o mocy 400 W, średniej temperaturze żarnika ok. 500°C, długości fal w zakresie IR-B średniofalowego promieniowania podczerwonego: λ = 2500-3000 nm (gęstość usypowa 695-705 kg m^{-3}; kąt usypu 32,9°). Zastosowane parametry naświetlania zostały dobrane z uwzględnieniem właściwości fizykochemicznych przetwarzanego surowca.

We wszystkich mieszankach paszowych oznaczono zawartość podstawowych składników pokarmowych: białka ogólnego, tłuszczu surowego oraz włókna surowego, według standardowych procedur (3) oraz NDF, ADF i HCEL (13). Ilość aminokwasów określono za pomocą chromatografii jonowymiennej, z wykorzystaniem analizatora aminokwasów AAA 400 (INGOS, Czechy) z postkolumnową reakcją ninhydrynową i detekcją spektrofotometryczną według standardowej procedury producenta oraz procedury badawczej MCMiAŻ/PB-03. Próbki poddano hydrolizie w fazie ciekłej (6 N HCl + 0,5% fenol w temperaturze 110°C przez 24 godz.). Aminokwasy siarkowe (cysteina i metionina) oznaczono podczas odrębnej analizy jako oksydowane pochodne (kwas cysteinowy i sulfon metioniny) uzyskiwane po utlenieniu kwasem nadmrówkowym, a następnie uwalniane z białek podczas klasycznej kwaśnej hydrolizy (4).

W trakcie doświadczenia kontrolowano masę ciała wszystkich ptaków i masę pobranej mieszanki paszowej w 1., 10., 21., 35. i 42. dniu odchowu. Efekty produkcyjne wyrażono w przyrostach masy ciała i zużyciu paszy. Rejestrowano również liczbę sztuk padłych. Prowadzone obserwacje pozwoliły na wyliczenie EWW (Europejskiego Wskaźnika Wydajności). W materiale doświadczalnym przeprowadzono również analizę rzeźną.

Strawność składników pokarmowych oceniono metodą bilansową bezpośrednią na 48 ptakach – po 16 szt. z każdej grupy doświadczalnej (4 powtórzenia po 4 ptaki) w końcowej fazie tuczu dla mieszanki finiszer (17). W zebranych kałomoczach oznaczono zawartość: suchej masy, popiołu surowego, tłuszczu surowego, włókna surowego (3) oraz NDF, ADF i HCEL (13), a zawartość azotu oznaczono metodą Ekmana (9). Dla każdej mieszanki obliczono współczynniki strawności podstawowych składników pokarmowych oraz zawartość energii metabolicznej, skorygowanej do zerowego bilansu azotu (EM_N), według wzorów podanych w Europejskich Tabelach Wartości Energetycznej Pasz dla Drobiu (10).

Pobieranie krwi przeprowadzono w 42. dniu odchowu. Krew do badań pobierano rano z żyły skrzydłowej (*vena cutanea ulnaris*) od losowo wybranych 10 osobników (5 kurek i 5 kogutków) z każdej grupy. Podczas transportu krew przechowywano w temperaturze 2-8°C. W pełnej krwi, przy użyciu analizatora hematologicznego Abacus Junior Vet (Diatron, Wiedeń, Austria), oznaczono wartość hematokrytową (Ht) oraz stężenie hemoglobiny (Hb). Liczbę czerwonych (RBC) i białych (WBC) krwinek oznaczono metodą standardową (6). Osocze do analizy wskaźników biochemicznych otrzymywano poprzez wirowanie krwi pełnej przy 3000 rpm przez 15 min. w wirówce laboratoryjnej (MPW – 350R centrifugator, MPW Medical Instruments, Warszawa, Polska) w temperaturze 4°C. Poddano je badaniu w ciągu czterech godzin od pobrania i oznaczono zawartość białka całkowitego oraz niebiałkowych związków azotowych, takich jak: kwas moczowy, mocznik, kreatynina. Dokonano także pomiaru aktywności enzymów profilu wątrobowego: aminotransferazy alaninowej (ALT), aminotransferazy asparaginianowej (AST), fosfatazy zasadowej

Tab. 1. Skład recepturowy (%) i wartość pokarmowa mieszanek doświadczalnych

Parametry mieszanek doświadczalnych	Mieszanka								
	Starter[1)]			Grower[1)]			Finiszer[2)]		
	K	I	II	K	I	II	K	I	II
Składniki:									
Kukurydza	27,00	23,00	14,00	30,36	25,01	14,00	33,76	25,50	14,00
Pszenica	27,00	22,00	25,00	28,00	20,00	22,00	22,00	20,00	20,00
Śruta poekstrakcyjna sojowa	32,84	15,00	–	27,00	15,00	–	29,00	15,00	–
Groch naświetlany	–	26,68	47,32	–	25,00	48,84	–	24,00	50,36
Olej sojowy	4,00	4,00	4,00	5,50	5,50	5,50	6,50	6,50	6,50
Koncentrat białkowy[3)]	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00
DL-metionina 99%	0,27	0,32	0,38	0,27	0,31	0,35	0,17	0,22	0,26
L-lizyna	0,14	0,14	0,23	0,19	0,28	0,31	0,09	0,08	0,08
Premix wit.-min. 0,5%[4)]	0,50[a]	0,50[a]	0,50[a]	0,50[b]	0,50[b]	0,50[b]	0,50[c]	0,50[c]	0,50[c]
NaCl	0,35	0,36	0,37	0,38	0,40	0,40	0,38	0,40	0,40
Kreda pastewna	1,40	1,40	1,40	1,30	1,40	1,40	1,20	1,20	1,20
Fosforan dwuwapniowy	1,50	1,60	1,80	1,50	1,60	1,70	1,40	1,60	1,70
Wartość pokarmowa:									
EM MJ/kg*	12,48	12,45	12,45	13,09	12,97	13,05	13,00	13,00	13,01
Białko ogólne, %	21,47	21,51	20,45	19,96	20,10	19,97	20,02	20,04	19,97
Lys, %	1,17	1,17	1,18	1,15	1,14	1,15	0,95	0,95	0,94
Met, %	0,55	0,54	0,55	0,51	0,51	0,51	0,43	0,43	0,43
Met + Cys, %	0,86	0,85	0,85	0,85	0,85	0,85	0,71	0,71	0,71
Tłuszcz surowy, %	6,35	6,36	6,34	7,07	7,11	7,17	7,58	7,52	7,61
Włókno surowe, %	3,47	3,44	3,49	3,85	3,93	3,97	4,01	4,00	4,01
Ca ogólny, %*	0,94	0,94	0,94	0,92	0,92	0,92	0,85	0,85	0,85
P ogólny, %*	0,66	0,66	0,66	0,64	0,64	0,63	0,62	0,63	0,63
P przyswajalny, %*	0,42	0,42	0,42	0,41	0,41	0,41	0,37	0,36	0,37
Ca ogólny/P przyswajalny*	2,24	2,24	2,24	2,42	2,24	2,24	2,32	2,36	2,23
Na, %*	0,16	0,16	0,16	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17	0,17

Objaśnienia: [1)] w postaci kruszonki; [2)] w postaci granulatu; [3)] 1 kg koncentratu białkowego zawiera: 39% białka surowego, 2% tłuszczu surowego, 10,8 MJ energii; [4)] premix wit. min.: [a] Fe 61,5 mg, J 1 mg, Co 0,4 mg, Cu 7,5 mg, Mn 80 mg, Zn 65 mg, Se 0,28 mg, wit. A 10500 j.m., wit. D_3 2650 j.m., wit. E 25 mg, wit. K 3 mg, wit. B_1 1,25 mg, wit. B_2 6,5 mg, wit. B_6 4 mg, wit. B_{12} 0,02 mg, biotyna 0,2 mg, cholina 600 mg, kw. foliowy 1,5 mg, EQ, BHT, BHA, salinomycyna – sól sodowa; [b] Fe 50 mg, J 0,8 mg, Co 0,4 mg, Cu 6 mg, Mn 70 mg, Zn 45 mg, Se 0,23 mg, wit. A 9000 j.m., wit. D_3 2500 j.m., wit. E 20 mg, wit. K 2 mg, wit. B_1 1,25 mg, wit. B_2 5,5 mg, wit. B_6 3,26 mg, wit. B_{12} 0,02 mg, biotyna 0,1 mg, cholina 450 mg, kw. foliowy 1 mg, kw. pantotenowy 12 mg, EQ, BHT, BHA, monenzyna sodu; [c] Fe 41 mg, J 0,66 mg, Co 0,18 mg, Cu 5,8 mg, Mn 64 mg, Zn 45 mg, Se 0,2 mg, wit. A 8000 j.m., wit. D_3 2000 j.m., wit. E 20 mg, wit. K 2 mg, wit. B_1 1 mg, wit. B_2 6 mg, wit. B_6 3 mg, wit. B_{12} 0,02 mg, biotyna 0,1 mg, cholina 280 mg, kw. foliowy 1 mg, kw. nikotynowy 18 mg, kw. pantotenowy 10 mg, EQ, BHT, BHA; * wartości wyliczone

(ALP) oraz dehydrogenazy mleczanowej (LDH). Analizę wymienionych wskaźników w osoczu krwi przeprowadzono metodami kolorymetrycznymi, opisanymi w instrukcji, używając komercyjnych zestawów odczynnikowych BioMaxima (Lublin, Polska) na analizatorze biochemicznym swobodnego dostępu Metrolab 2300GL (Metrolab SA, Buenos Aires, Argentyna).

Wszystkie procedury zastosowane podczas badań zostały zatwierdzone przez II Lokalną Komisję Etyczną ds. Doświadczeń na Zwierzętach (Uchwała nr 27/2012 z dnia 17 kwietnia 2012 r.).

Uzyskane dane liczbowe opracowano metodą ANOVA, wykorzystując jednoczynnikową analizę wariancji ($\alpha = 95$ i 99%; $P < 0,05$ i $P < 0,01$) oraz wyliczając wartości średnie dla grup ($\bar{x}$), odchylenie standardowe (SD) i błąd standardowy średniej (SEM). Istotność różnic pomiędzy średnimi wartościami analizowanych cech wyznaczono testem Duncana (test post-hoc) w programie Statistica 10.0. (27).

Wyniki i omówienie

Wykorzystanie krajowych pasz wysokobiałkowych w żywieniu drobiu w istotnym stopniu ograniczają występujące w nich substancje antyżywieniowe oraz duże ilości włókna pokarmowego (29). Stosowanie nowoczesnych metod przetwarzania surowców roślinnych może unieczynnić niekorzystne związki biologiczne

oraz zmienić proporcje frakcji włókna pokarmowego. Wpływa to korzystnie na sekrecję enzymów trawiennych, efektywność procesów trawiennych oraz dostępność składników odżywczych w jelicie cienkim (12, 23, 28).

W przeprowadzonym doświadczeniu całkowite zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej naświetlanymi nasionami grochu wpłynęło na obniżenie ($P < 0,05$) masy ciała kurcząt (grupa II) w badanych okresach odchowu (21., 35. i 42. dzień) (tab. 2). W ostatnim okresie odchowu różnice sięgały nawet 17% w porównaniu z grupą kontrolną. W grupie ptaków żywionej mieszankami z udziałem naświetlanych nasion grochu i śruty sojowej (grupa I) uzyskano podobne przyrosty kurcząt, jak w grupie kontrolnej otrzymującej standardową mieszankę z poekstrakcyjną śrutą sojową (K). Najniższe zużycie paszy na 1 kg przyrostu masy ciała obserwowano u ptaków z grupy kontrolnej, żywionych mieszankami z udziałem tylko poekstrakcyjnej śruty sojowej (tab. 2). W literaturze pojawiają się jednak doniesienia podkreślające brak różnic w intensywności wzrostu ptaków i wielkości wykorzystania paszy. Takie wyniki otrzymali Laudadio i Tufarelli (19), wprowadzając w jednej grupie brojlerów mieszankę z wyłącznym udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej, jako pasz białkowych (grupa kontrolna), a w drugiej grupie – mieszankę z mikronizowanymi, obłuszczonymi nasionami grochu.

Tab. 2. Wybrane wskaźniki produkcyjne kurcząt ($\bar{x} \pm SD$)

Parametry doświadczalne	K	I	II	SEM
Masy ciała kurcząt w poszczególnych okresach doświadczenia, g:				
1. dzień odchowu	41 ± 2,07	41 ± 1,68	41 ± 1,78	0,216
10. dzień odchowu	334 ± 14,15	328 ± 17,96	314 ± 18,56	3,847
21. dzień odchowu	895^{a} ± 34,58	864^{a} ± 25,98	794^{b} ± 46,87	4,653
35. dzień odchowu	1950^{a} ± 198,54	1912^{a} ± 206,45	1751^{b} ± 241,23	13,241
42. dzień odchowu	2420^{a} ± 198,45	2354^{a} ± 233,54	2015^{b} ± 159,32	24,872
Zużycie paszy w poszczególnych okresach doświadczenia, kg/kg:				
1.-21. dzień odchowu	$1,35^{c}$ ± 0,04	$1,51^{b}$ ± 0,07	$1,59^{a}$ ± 0,03	0,013
22.-35. dzień odchowu	$1,43^{b}$ ± 0,06	$1,62^{ab}$ ± 0,06	$1,74^{a}$ ± 0,06	0,028
36.-42. dzień odchowu	$2,34^{b}$ ± 0,05	$2,51^{ab}$ ± 0,05	$2,73^{a}$ ± 0,04	0,014
1.-42. dzień odchowu	$1,71^{b}$ ± 0,04	$1,88^{ab}$ ± 0,04	$2,02^{a}$ ± 0,07	0,043
Śmiertelność, %	0	0	2	
EWW	337	298	233	
Strawność składników pokarmowych i energii mieszanek finiszer, %:				
Białko ogólne	81,12 ± 0,33	78,56 ± 0,28	76,32 ± 0,33	0,781
Tłuszcz surowy	79,14 ± 0,28	74,45 ± 0,45	77,01 ± 0,54	0,566
Włókno surowe	28,03 ± 0,45	27,62 ± 0,67	27,71 ± 0,61	0,462
NDF	29,45 ± 0,51	31,24 ± 0,37	30,46 ± 0,28	0,684
ADF	23,45 ± 0,38	22,98 ± 0,79	23,01 ± 0,49	0,573
HCEL	45,87 ± 0,49	45,23 ± 0,45	45,03 ± 0,61	0,488
BAW	85,46 ± 0,61	84,89 ± 0,64	84,16 ± 0,43	0,732
Substancja organiczna	80,06 ± 1,02	77,59 ± 0,32	78,13 ± 0,51	0,944
Energia brutto	82,24 ± 0,67	81,13 ± 0,51	80,08 ± 0,26	0,681
Wydajność rzeźna, %	71,45 ± 2,01	71,24 ± 0,04	70,45 ± 0,24	0,753
Udział w tuszce schłodzonej, %:				
Mięśnie piersiowe	19,85 ± 2,06	18,45 ± 1,87	18,87 ± 1,67	0,198
Mięśnie nóg	14,56 ± 1,98	14,67 ± 1,56	14,98 ± 1,67	0,157

Objaśnienia: a, b, c – różnice statystycznie istotne ($P < 0,05$); SEM – błąd standardowy średniej; ± SD – odchylenie standardowe; EWW – Europejski Wskaźnik Wydajności

Uzyskana końcowa masa ciała kurcząt, wykorzystanie paszy i przeżywalność, która wynosiła 100% w grupie kontrolnej i grupie I, wpłynęły na wielkość obliczonego Europejskiego Wskaźnika Wydajności. Dla grupy I jego wartość była niższa od kontroli o 12%, natomiast w grupie II o 31%. EWW pozwala w techniczny sposób ocenić efektywność produkcji. Nie jest on wskaźnikiem ekonomicznym, jednak za najwyższą opłacalność produkcji w gospodarstwach krajowych przyjmuje się EWW na poziomie 259 punktów (5), a za najniższą – wartość 190 pkt. (32).

Zbyt duża ilość substancji antyżywieniowych w paszy, szczególnie blokujących dostępność białka, może spowolnić wzrost ptaków w momencie, gdy zaczynają one wchodzić w fazę intensywnego budowania masy mięśniowej, co może skutkować niższymi przyrostami masy ciała (1). Poziom strawności podstawowych składników pokarmowych w ostatnim okresie tuczu wyraźnie wskazuje na podobną ich dostępność we wszystkich stosowanych mieszankach paszowych (tab. 2).

Pomimo obserwowanych różnic w przyrostach masy ciała i zużyciu paszy wydajność rzeźna, podobnie jak udział mięśni piersiowych i mięśni nóg w tuszce, we wszystkich grupach doświadczalnych była zbliżona (tab. 2).

W ocenie efektywności mikronizowanych nasion grochu, jako źródła białka w mieszankach dla broilerów, istotny może być przebieg procesów metabolicznych, co wyraża się m.in. zmianami wartości wskaźników biochemicznych i hematologicznych krwi (11, 16, 30, 31). W przeprowadzonych badaniach wartości tych parametrów mieściły się w zakresie referencyjnym podawanym dla ptaków (tab. 3) (16, 30, 31).

Wprowadzenie naświetlanych nasion grochu jako paszy białkowej wpłynęło na obniżenie liczby białych

Tab. 3. Wskaźniki biochemiczne i hematologiczne we krwi kurcząt brojlerów ($\bar{x} \pm SD$)

Parametry doświadczalne	K	I	II	SEM
Wskaźniki hematologiczne:				
WBC, $10^9 \cdot l^{-1}$	$37,2^a \pm 1,18$	$31,9^{ab} \pm 2,10$	$28,2^b \pm 1,41$	0,458
RBC, $10^{12} \cdot l^{-1}$	$1,87^a \pm 0,09$	$1,58^b \pm 0,06$	$1,83^a \pm 0,09$	0,067
Hb, mmol $\cdot l^{-1}$	$7,2 \pm 0,15$	$8,3 \pm 0,17$	$7,8 \pm 0,13$	0,048
Ht, $l \cdot l^{-1}$	$0,26^a \pm 0,07$	$0,20^b \pm 0,07$	$0,21^b \pm 0,07$	0,003
Wskaźniki biochemiczne:				
Białko całkowite, g $\cdot l^{-1}$	$31,6^{ab} \pm 0,89$	$33,8^a \pm 0,77$	$28,6^b \pm 1,33$	0,254
Kwas moczowy, µmol $\cdot l^{-1}$	$243,6^a \pm 24,2$	$221,8^{ab} \pm 34,7$	$196,6^b \pm 24,4$	3,978
Mocznik, mmol $\cdot l^{-1}$	$0,95^b \pm 0,07$	$1,08^a \pm 0,09$	$1,06^a \pm 0,03$	0,016
Kreatynina, µmol $\cdot l^{-1}$	$34,16 \pm 2,12$	$32,17 \pm 3,87$	$35,48 \pm 2,01$	0,234
Aktywność enzymów, $U \cdot l^{-1}$				
ALT	$13,7 \pm 1,16$	$13,1 \pm 0,46$	$12,8 \pm 0,98$	0,985
AST	$193,1^a \pm 19,26$	$146,1^b \pm 23,16$	$180,7^a \pm 14,91$	4,214
ALP	$1137,4 \pm 145,26$	$1105,4 \pm 165,26$	$1045,4 \pm 134,26$	35,487
LDH	$1378,1 \pm 77,11$	$1312,1 \pm 51,13$	$1299,7 \pm 62,34$	26,487

Objaśnienia: a, b, c – różnice statystycznie istotne ($P < 0,05$); SEM – błąd standardowy średniej; ± SD – odchylenie standardowe

krwinek ($P < 0,05$) o około 14% (grupa I) i 24% (grupa II) w odniesieniu do ptaków grupy kontrolnej (tab. 3). Niski poziom WBC pozostający w granicach referencyjnych może świadczyć o dobrym stanie zdrowia kurcząt (11, 30, 31).

W grupie ptaków żywionych mieszankami z udziałem naświetlanych nasion grochu obserwowano zmniejszenie ($P < 0,05$) liczby krwinek czerwonych (o 16% w grupie I) i wartości hematokrytu (o 23% w grupie I i 19% w grupie II) w porównaniu z grupą kontrolną (tab. 3). Obniżenie poziomu hematokrytu może być spowodowane zmniejszeniem liczby krwinek czerwonych. Jednocześnie u badanych ptaków obserwowano zwiększenie stężenia hemoglobiny (o 15% w grupie I i 8% w grupie II), jednak nie były to różnice statystycznie istotne. Wzrost stężenia hemoglobiny może być związany z lepszym wchłanianiem pierwiastków erytropoetycznych (miedź, żelazo). Obecność w paszy substancji antyżywieniowych, jak taniny, może ograniczać ich wchłanianie. Naświetlanie nasion grochu promieniami podczerwonymi redukuje ich zawartość, a to prawdopodobnie poprawia dostępność tych pierwiastków (7, 18).

We krwi ptaków, karmionych mieszankami z udziałem naświetlanych nasion grochu i poekstrakcyjnej śruty sojowej (grupa I), odnotowano wyższy ($P < 0,05$) poziom białka całkowitego w porównaniu z kurczętami otrzymującymi w mieszance wyłącznie naświetlane nasiona grochu (o około 15%) (tab. 3). Poziom białka całkowitego we krwi uzależniony jest m.in. od podaży białka w mieszankach paszowych i jego wartości biologicznej. Białka osocza krwi są dobrym parametrem określającym kondycję i stan odżywienia organizmu. Pełnią one między innymi funkcje transportowe (w tym składników mineralnych), enzymatyczne, regulatorowe i odpornościowe (16, 21). Niższa zawartość białka całkowitego w grupie II może wskazywać na nieco gorszy stan odżywienia ptaków, co koresponduje z niższą masą ciała odnotowaną w tej grupie kurcząt w porównaniu do pozostałych grup doświadczenia.

Kwas moczowy jest pochodną puryn i głównym końcowym produktem przemiany azotowej ptaków. Odgrywa on także kluczową rolę regulatora stresu oksydacyjnego. Wszelkie zmiany w katabolizmie białek mają swoje odzwierciedlenie w wielkości stężenia kwasu moczowego w krwi (15, 21). W prezentowanych badaniach obserwowano zmniejszenie stężenia kwasu moczowego u ptaków otrzymujących w mieszance wyłącznie naświetlany groch, jako paszę białkową ($P < 0,05$), w porównaniu do kontroli (tab. 3). Może to być zarówno efektem mniejszej podaży puryn w mieszance, jak i nieco niższej strawności białka obserwowanej u tej grupy ptaków. Puryny występują w grochu w ilości zdecydowanie mniejszej (ok. 40 mg w 100 g suchych nasion) niż w soi (ok. 80 mg w 100 g suchych nasion) (14, 25, 28).

W grupach, w których dodano do mieszanek naświetlany groch, odnotowano istotne zwiększenie stężenia mocznika w osoczu krwi ptaków w porównaniu do kontroli (tab. 3). Niższe zawartości mocznika w krwi mogą być wskaźnikiem gorszej wartości biologicznej białka w mieszance (8).

Ostatnim oznaczanym w osoczu ptaków produktem metabolizmu białkowego była kreatynina. Pochodzi ona z rozkładu fosfokreatyny w mięśniach szkieletowych. Wzrost stężenia kreatyniny w osoczu krwi jest powiązany ze zwiększaniem się masy mięśniowej (15, 16, 21). W niniejszych badaniach stwierdzono jedynie tendencję do niższej zawartości kreatyniny w osoczu ptaków z grupy I w zestawieniu z pozostałymi grupami doświadczalnymi (tab. 3). Tuszki ptaków tej grupy charakteryzowały się jednocześnie najniższym procentowym udziałem dużych mięśni, czyli mięśni piersiowych oraz nóg, co mogło wpłynąć na obniżenie stężenia kreatyniny w krwi.

Wątroba odgrywa główną rolę w procesie detoksykacji organizmu, więc pomiar aktywności enzymów wątrobowych jest dobrym wskaźnikiem bezpieczeństwa zdrowotnego wprowadzenia naświetlanych nasion grochu do mieszanek broilerów. W prezentowanych badaniach nie obserwowano wpływu czynnika żywieniowego na aktywność aminotransferazy alaninowej (tab. 3). Najniższą ($P < 0,05$) aktywnością

aminotransferazy asparaginianowej charakteryzowały się ptaki żywione mieszanką z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej i naświetlanych nasion grochu (grupa I). Wartość jej oznaczono na poziomie 76% aktywności obserwowanej u broilerów z grupy K i 81% ptaków z grupy II. Enzym ten występuje we wszystkich tkankach ustrojowych i jest uwalniany do krwi w momencie uszkodzenia komórki (22). W badaniach monitorowano również aktywność dwóch innych enzymów – fosfatazy alkalicznej i dehydrogenazy mleczanowej, które dostarczały dodatkowych informacji o statusie zdrowotnym ptaków. Wzrost aktywności fosfatazy alkalicznej obserwuje się przy zaburzeniach wzrostu kości i ich kalcyfikacji. Natomiast podwyższenie aktywności enzymu dehydrogenazy mleczanowej, obecnego we wszystkich komórkach organizmu, stwierdza się w stanach zwiększonej przepuszczalności błon komórkowych spowodowanych np. działaniem toksyn (11, 16). W doświadczeniu nie obserwowano istotnego wpływu udziału mikronizowanego grochu w mieszankach na aktywność tych dwóch enzymów.

Wnioski:

1. Naświetlane nasiona grochu mogą być stosowane jako zamiennik 50% białka pochodzącego z poekstrakcyjnej śruty sojowej w mieszankach dla kurcząt brojlerów. Pozwala to uzyskać wyniki produkcyjne i rzeźne oraz strawność składników pokarmowych i energii porównywalne do grupy żywionej mieszanką z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej jako jedynej paszy białkowej.

2. Żywienie mieszankami z udziałem naświetlanych nasion grochu nie pogarsza wskaźników biochemicznych i hematologicznych krwi, które świadczą o kondycji zdrowotnej ptaków.

Piśmiennictwo

1. *Alonoso R., Aguirre A., Marzo F.*: Effects of extrusion and traditional processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch in faba and kidney beans. Food Chem. 2000, 68, 159-165.
2. *Anon.*: Smulikowska S., Rutkowski A (red): Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz – normy żywienia drobiu. Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt, Wyd. IV, Warszawa 2005.
3. *AOAC.*: Official methods of analysis of AOAC International. 17th edition. Association of Analytical Communities. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists (AACC), Gaithersburg, MD, USA, 2000.
4. *Arnoldi A.*: Thermal processing and food quality: analysis and control. Thermal Technologies in Food Processing. F. Richardson (ed.). Woodhead Publ. Limited, Cambridge, England 2001.
5. *Banaś K.*: Kształtowanie się opłacalności produkcji drobiarskiej na przykładzie ferm Polski południowej. J. Agribus. Rural Dev. 2009, 2, 12, 13-18.
6. *Campbell T. W.*: Avian hematology and cytology, 2nd edn. Iowa State University Press, Iowa, USA 1995.
7. *Das T. K., Mondal M. K., Biswas P., Bairagi B., Samanta C. C.*: Influence of level of dietary inorganic and organic copper and energy level on the performance and nutrient utilization of boiler chickens. Asian.-Aust. J. Amin. Sci. 2010, 231, 82-89.
8. *Eggum B. O.*: Blood urea measurement as a technique for assessing protein quality. Brit. J. Nutr. 1970, 24, 4, 983-988.
9. *Ekman P., Emanuelson H., Fransson A.*: Investigations concerning the digestibility of protein in poultry. KGL Lantbruks – Hogskol Ann. 1949, 16, 749-776.
10. Europejskie Tabele Wartości Energetycznej Pasz dla Drobiu: European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. World Poultry Science Association European Federation of Branches of the WPSA, Beekbergen, The Netherlandes 1986.
11. *Ganong W. F.*: Review of medical physiology. McGraw-Hill Medical, New York 2005.
12. *Goelema O., Smits A., Vaessen L. M., Wemmers A.*: Effects of pressure toasting, expander treatment and pelleting on in vitro and in situ parameters of protein and starch in a mixture of broken peas, lupins and faba beans. Anim. Feed Sci. Technol. 1999, 78, 109-126.
13. *Goering H. K., Van Soest P. J.*: Forage Fiber Analysis. USDA Agricult. Handbook 1970, 379-381.
14. *Grahame R., Simmonds H. A., Carrey E.*: Gout: The at Your Fingertips Guide. Class Publishing Ltd., London, UK 2003.
15. *Harr K. E.*: Clinical chemistry of companion avian species: a review. Vet. Clin. Path. 2002, 31, 3, 140-151.
16. *Kaneko J. J., Harvey J. W., Bruss M. L.*: Clinical Biochemistry of Domestic Animals. Elsevier, Academic Press, Burlingtton, USA 2008.
17. *Kussaibat R., Leclercq B.*: A simplified rapid method for the determination of apparent and true metabolizable energy values of poultry feed. Arch. Geflugelkd. 1985, 49, 54-62.
18. *Kwiecień M.*: Wpływ formy i poziomu miedzi żelaza na wyniki odchowu praz wybrane wskaźniki metaboliczne kurcząt brojlerów. Rozprawa hab. nr 359, Wyd. UP w Lublinie, 2012.
19. *Laudadio V., Tufarelli V.*: Dehulled-micronised lupin (Lupinus albus L. cv. Multitalia) as the main protein source for broilers: influence on growth performance, carcass traits and meat fatty acid composition. J. Sci. Food Agric. 2011, 91, 2081-2087.
20. *Laudadio V., Tufarelli V.*: Growth performance and carcass and meat quality of broiler chickens fed diets containing micronized-dehulled peas (Pisum sativum cv. Spirale) as a substitute of soybean meal. Poult. Sci. 2010, 89, 1537-1543.
21. *Lumeij J. T.*: The diagnostic value of plasma proteins and non-protein nitrogen substances in birds. Vet. Quarterly. 1987, 9, 3, 262-268.
22. *Nowaczewski S., Kontecka H.*: Haematological indices, size of erythrocytes and haemoglobin saturation in broiler chickens kept in commercial conditions Anim. Sci. Papers Rep. 2012, 30, 181-190.
23. *Nwabueze T. U.*: Effect of process variables on trypsin inhibitor activity (TIA), phytic acid and tannin content of extruded African breadfruit–corn–soy mixtures: A response surface analysis. LWT – Food Sci. Technol. 2007, 4, 21-29.
24. *Piecyk M., Wołosiak R., Drużynka B., Worobiej E.*: Chemical composition and starch digestibility in flours from Polish processed legume seeds. Food Chem. 2012, 135, 1057-1064.
25. *Roy F., Boye J. I., Simpson B. K.*: Bioactive proteins and peptides in pulse crops: Pea, chickpea and lentil. Food Res. Int. 2010, 43, 2, 432-442.
26. *Sobotka W., Stanek M., Bogusz J.*: The Effect of Oligosaccharides and Alkaloids Contained in Yellow and Blue Lupine Seeds on Fermentation Processes in the Cecum of Rats. Vet. Zootech. (Vet. Med. Zoot.), 2013, 63, 85, 63-70.
27. Statsoft Inc., Tulsa, USA 2013. www.statsoft.com.
28. *Valencia D. G., Serrano M. P., Jiménez-Moreno E., Lázaro R., Mateos G. G.*: Ileal digestibility of amino acids of pea protein concentrate and soya protein sources in broiler chicks. Livest. Sci. 2009, 121, 1, 21-27.
29. *Vasconcelos I. M., Oliveira J., Tadeu A.*: Antinutritional properties of plant lectins. Toxicon. 2004, 44, 385-403.
30. *Thrall M. A.*: Veterinary Haematology and Clinical Chemistry. Lippincott Williams and Wilkins, Philadelphia, USA 2004.
31. *Weiss D. J., Wardrop K. J.* (Eds.): Schalm's veterinary hematology. John Wiley&Sons, Iowa, USA 2011.
32. *Wężyk S., Herbut E., Wawrzyński M.*: Dobra pasza z „Dobropaszu". Polskie Drobiarstwo 1996, 9, 30.
33. *Williams B. A., Verstegen M. W. A., Tamminga S.*: Fermentation in the large intestine of single-stomached animals and its relationship to animal health. Nutr. Res. Rev. 2001, 14, 207-227.

Adres autora: dr hab. Bożena Kiczorowska, ul. Akademicka 13, 20-950 Lublin; e-mail: bkiczorowska@o2.pl