

## WPLYW MIESZANEK PASZOWYCH ZAWIERAJĄCYCH EKSTRUDOWANY MAKUCH SOI NIEZMODYFIKOWANEJ GENETYCZNIE NA MASĘ CIAŁA, JAKOŚĆ TUSZEK I STRAWNOŚĆ AMINOKWASÓW U BROJLERÓW\*

Józef Śliwa<sup>1</sup>, Franciszek Brzóska<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Inwestrol Sp. z o.o. Żurawina

<sup>2</sup>Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, Zakład Fizjologii Żywnienia,  
32-083 Balice k. Krakowa

*W doświadczeniu żywieniowym wykonanym na 640 seksowanych kurczętach Ross 308 (doświadczenie 1) badano wpływ zamiany komercyjnej śruty sojowej w mieszankach paszowych (grupa kontrolna) na ekstrudowany makuch sojowy z nasion niezmodyfikowanych genetycznie odmiany Merlin (Saatbau Linz) w ilości 10, 18 i 39% mieszanki paszowej (grupy doświadczalne). Podane poziomy ekstrudowanego makuchu w grupach doświadczalnych wynosiły 25%, 50% i 100% zamiany białka standardowej śruty sojowej. Badania wykonano w układzie 4 grup (pasze sojowe), 2 płci (samce, samice) w 8 powtórzeniach, po 10 kurcząt w boksie. Pozorną strawność jelitową aminokwasów zawartych w czterech mieszankach paszowych oznaczano na 320 kogutkach Ross 308, w wieku 2–4 tygodni, żywionych paszami jak w doświadczeniu 1 (doświadczenie 2). Zamiana pasz sojowych w dietach zmniejszyła masę ciała kurcząt istotnie ( $P < 0,05$ ), z 2609 g (grupa kontrolna) do 2488,3; 2461,8 i 2408,6 g/szt. w grupach doświadczalnych. W wartościach względnych zmniejszenie masy ciała wynosiło 4,5; 5,7 i 7,7% w porównaniu do grupy kontrolnej. Śmiertelność w pierwszej grupie doświadczalnej wynosiła 2,5% i była istotnie niższa od grupy kontrolnej ( $P < 0,05$ ), a pozostałe grupy doświadczalne nie różniły się od grupy kontrolnej. Nie stwierdzono istotnych różnic w spożyciu i wykorzystaniu mieszanek paszowych pomiędzy grupami kurcząt brojlerów. Wykorzystanie paszy wynosiło 1,64 (grupa kontrolna) i odpowiednio 1,68; 1,72 i 1,73 kg/kg masy ciała (grupy doświadczalne). Nie stwierdzono istotnych różnic w wydajności rzeźnej brojlerów. Zamiana komercyjnej śruty sojowej na ekstrudowany makuch sojowy w mieszankach paszowych na wszystkich poziomach obniżyła istotnie masę mięśni piersiowych kurcząt wyrażoną w wartościach bezwzględnych i względnych ( $P < 0,05$ ). Masa mięśni piersiowych wynosiła 564,9 g (grupa kontrolna) i odpowiednio 503,2; 496,4 i 457,4 g (grupy doświadczalne). Masa nóg była istotnie wyższa w 1 i 2 grupie doświadczalnej od masy nóg w grupie kontrolnej i 3 grupie doświadczalnej ( $P < 0,05$ ). Wynosiła ona odpowiednio 416,6; 434,6; 420,0 i 366,2 g/szt. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami brojlerów w masie serca, żołądka, wątroby oraz tłuszczu zapasowego, w wartościach względnych i bezwzględnych. Masa tuszek*

---

\*Badania finansowane poprzez dotację statutową Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego w ramach Planu Naukowo-Badawczego Instytutu Zootechniki Państwowego Badawczego na lata 2014-2017, zadanie 07-5.04.7 pt. „Wartość pokarmowa i przydatność w żywieniu kurcząt rzeźnych materiałów paszowych z soi niemodyfikowanej genetycznie uprawianej w Polsce”.

*i mięśni u kogutków oraz masa tłuszczu zapasowego u kurek były istotnie wyższe ( $P < 0,05$ ). Nie stwierdzono istotnych różnic w składzie chemicznym mięśni piersiowych, natomiast istotnie wyższą zawartość suchej masy i tłuszczu surowego stwierdzono w mięśniach nogi, odpowiednio przy 18 i 40,0% zawartości makuchu w mieszankach paszowych ( $P < 0,05$ ). Zawartość tłuszczu surowego w mięśniach piersiowych kurek była istotnie wyższa w porównaniu do mięśni piersiowych kogutków ( $P < 0,05$ ). Pełna zamiana obu pasz w mieszankach paszowych zmniejszyła istotnie zawartość glukozy, trójglicerydów, białka oraz cholesterolu całkowitego w osoczu krwi kurcząt ( $P < 0,05$ ). Nie stwierdzono różnic w zawartości lipoprotein wysokiej gęstości (HDL) w osoczu krwi kurcząt brojlerów. Zawartość makuchu w mieszance na poziomie 39% obniżyła istotnie pozorną strawność jelitową białka ogólnego z 87 do 83% ( $P < 0,05$ ), przy braku różnic istotnych pomiędzy grupami doświadczalnymi brojlerów. Wprowadzenie ekstrudowanego makuchu sojowego do mieszank dla brojlerów na poziomie 10; 18% i 39% mieszanki paszowej obniżyło strawność jelitową większości aminokwasów egzogennych i endogennych, w tym lizyny z 94 do odpowiednio 92, 91 i 88%, a stwierdzone różnice w porównaniu do brojlerów otrzymujących śrutę sojową były istotne dla pełnej zamiany pasz sojowych. Strawność jelitowa metioniny wynosiła średnio 93,5% i nie różniła się pomiędzy grupą kontrolną a grupami doświadczalnymi brojlerów. Jelitowa strawność histydyny i treoniny uległa istotnemu obniżeniu przy 18% poziomie ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszance paszowej ( $P < 0,05$ ). Zamiana komercyjnej śruty sojowej na ekstrudowany makuch sojowy na poziomie 39% istotnie obniżyła jelitową strawność większości aminokwasów ( $P < 0,05$ ), z wyjątkiem metioniny, kwasu asparaginowego i proliny.*

*Słowa kluczowe: makuch rzepakowy, strawność aminokwasów, kurczęta brojlery*

Rosnące spożycie mięsa drobiowego oraz dynamicznie rozwijający się eksport mięsa zwiększają zapotrzebowanie na wysokobiałkowe materiały paszowe, głównie poekstrakcyjną śrutę sojową. Badania Markowskiego i Korola (2006) wykazały, że 95% śruty sojowej znajdującej się w obrocie handlowym w Polsce było genetycznie zmodyfikowane. Według danych Eurostat (2015) ilość śruty sojowej zmodyfikowanej genetycznie na rynku paszowych Unii Europejskiej wynosi obecnie około 98%. Obowiązująca Ustawa Paszowa (2006) zakłada wprowadzenie w Polsce zakazu stosowania pasz GM w żywieniu zwierząt. Jedną z dróg zabezpieczenia kraju w pasze wysokobiałkowe do żywienia zwierząt, ale również produkcji żywności, jest krajowa uprawa roślin strączkowych, w tym soi niezmodyfikowanej genetycznie. Centralny Ośrodek Badania Odmian Roślin Uprawnych zarejestrował i dopuścił do uprawy w Polsce 6 odmian soi n-GM, w tym polską odmianę Augusta. Badania odmian soi w Polsce wykazały plony nasion w zakresie od 15 do 37 dt/ha. Plony w Zakładach Doświadczalnych Instytutu Zootechniki PIB Kołbacz, Pawłowice i Grodziec Śląski na łącznym areale około 30 ha wahały się od 15,5 do 26,5 dt/ha, jakkolwiek najniższy plon uzyskano w skrajnie niekorzystnym roku jej uprawy w Pawłowicach k. Leszna (Śliwa i in., 2015). W stacji badawczej COBORU Głubczyce plony 5 odmian soi niezmodyfikowanej genetycznie wynosiły od 26,7 do 37,4 dt/ha (SOO Głubczyce, 2012). Rentowność ekonomiczną uprawy roślin strączkowych, w tym soi niezmodyfikowanej poprawia dotacja obszarowa w wysokości 411 PLN/ha i dotacja do kwalifikowanego materiału siewnego wprowadzone w 2010 r.

Zbiór nasion soi w Polsce przy areale 7–9 tys. hektarów szacuje się na około 20 tys. ton, co jest ilością zbyt małą do przemysłowej produkcji poekstrakcyjnej śru-

ty sojowej w zakładach tłuszczowych. Pełne nasiona soi po ogrzaniu przeznacza się do żywienia krów wysokomlecznych, a równocześnie poszukuje się innych metod uzdatniania nasion soi niezmodyfikowanej genetycznie do żywienia zwierząt monogastrycznych, głównie drobiu.

Nasiona soi zawierają znaczącą ilość substancji antyodżywczych, w tym ureazę, lektyny (hemoaglutyniny), oligosacharydy, lipazę i lipooksydazę oraz najsilniej działający na zwierzęta monogastryczne inhibitor trypsyny (Buraczewska, 1991; Douglas i in., 1999; Parsons i in., 2000; Perez-Maldonado i in., 2003; Hsiao i in., 2006). Są to substancje w większości termolabilne, wrażliwe na działanie wysokiej temperatury. Czynnikiem eliminującym substancje antyżywniowe nasion soi jest oddziaływanie na nie wysoką temperaturą (Qin i in., 1996; Machado i in., 2008). W procesie produkcji poekstrakcyjnej śruty sojowej substancje te ulegają unieczynnieniu (Perez-Maldonado i in., 2003). Dotychczasowe wyniki badań wskazują, że czynnikiem dezaktywującym inhibitor trypsyny surowych nasion soi obok ogrzewania nasion jest ekstruzja ziarna. W procesie ekstruzji czynnikami fizycznymi są wysoka temperatura i ciśnienie, powodujące denaturację inhibitora trypsyny, enzymów paszowych z białkową lub peptydową grupą prostetyczną i natywne białka nasion soi (Perilla i in., 1997). Wpływ ekstrudowania pełnych nasion soi na efekty produkcyjne badano w doświadczeniach na kurczętach (Subuh i in., 2002; Powell i in., 2011), poszukując metody alternatywnej do produkcji poekstrakcyjnej śruty sojowej GM. Ekstrudowano głównie całe nasiona soi (Ruiz i in., 2004; Mirghelenj i in., 2013; Foltyn i in., 2013; Alsaftli i in., 2015), a także makuch-ekspeler sojowy (Powell i in., 2011). W niniejszej pracy założono, że wobec niedostatecznej ilości nasion soi do produkcji poekstrakcyjnej śruty sojowej z nasion niemodyfikowanych genetycznie, rozwiązaniem może być ekstrudowanie makuchu sojowego, po usunięciu części oleju z nasion soi. Usunięcie części oleju wpłynie na zwiększenie zawartości białka i aminokwasów w makuchu sojowym, a dalsza jego ekstruzja wyeliminuje zawarty w makuchu inhibitor trypsyny.

Celem badań była ocena wpływu zamiany komercyjnej śruty sojowej w mieszankach paszowych dla kurcząt brojlerów na ekstrudowany makuch sojowy z niezmodyfikowanych genetycznie nasion soi pochodzących z upraw krajowych.

## Material i metody

Wykonano badania wzrostowe (doświadczenie 1) i badania sprawnościowe (doświadczenie 2). Doświadczenie wzrostowe wykonano w systemie bloków losowych, w układzie 2-czynnikowym, na 640 seksowanych brojlerach Ross 308. Czynniki doświadczenia były:

- poziom ekstrudowanego makuchu sojowego jako zamiennika komercyjnej poekstrakcyjnej śruty sojowej w mieszankach paszowych dla brojlerów;
- płeć kurcząt.

Zastosowano układ doświadczenia: 4 diety  $\times$  2 płci  $\times$  8 powtórzeń  $\times$  10 kurcząt w powtórzeniu (tab. 1).

Tabela 1. Schemat stosowanych mieszanek paszowych  
Table 1. Feeding scheme

Mieszanka paszowa Diet	Wysokobiałkowy materiał paszowy High-protein feed material	Grupa kontrolna Control group	Grupy doświadczalne Experimental groups		
			I	II	III
Starter	śruta sojowa soybean meal	33,0	25,0	18,0	0,0
	makuch sojowy ekstrudowany soybean expeller	0,0	10,0	18,0	40,3
	drożdże paszowe fodder yeast	0,4	1,0	2,2	3,4
Grower	śruta sojowa soybean meal	30,0	23,0	15,0	0,00
	makuch sojowy ekstrudowany soybean expeller	0,0	10,0	18,0	37,53
	drożdże paszowe fodder yeast	1,6	1,5	3,1	3,5

Mieszanka paszowa grupy kontrolnej zawierała poekstrakcyjną śrutę sojową jako główny rodzaj wysokobiałkowego materiału paszowego z niewielkim dodatkiem drożdży paszowych. Grupy doświadczalne brojlerów (I, II i III) otrzymywały mieszanki, które zawierały zmniejszające się poziomy poekstrakcyjnej śruty sojowej i zarazem zwiększające się ilości ekstrudowanego makuchu sojowego z nasion niezmodyfikowanych genetycznie, z uprawy krajowej, wynoszące 10, 18 i 40% (średnio dla mieszanki starter i grower), odpowiadające 25, 50 i 100% białka ogólnego zawartego w poekstrakcyjnej śrucie sojowej. Sporządzono mieszanki typu starter na pierwszy okres chowu (1–21 dni) i typu grower na drugi okres chowu (22–42 dni). Zawartość drożdży paszowych w mieszankach typu starter mieściła się w przedziale od 0,4 do 3,4%, a w mieszankach typu grower od 1,6 do 3,5%. Do natłuszczenia mieszanek paszowych wszystkich grup żywieniowych użyto oleju sojowego pozyskanego z wycłoczenia pełnych nasion soi w czasie produkcji makuchu sojowego. W mieszankach doświadczalnych zwiększono zawartość DL-metioniny z 0,14 do 0,20% i L-lizyny z 0,10 do 0,15% (starter) oraz odpowiednio DL-metioniny z 0,20 do 0,26% i L-lizyny z 0,16 do 0,21% (grower). Zastosowano komercyjne premiksy paszowe DKA-Starter i DKA-Grower w ilości 0,5%, zawierające kokcydiostatyk Sincox. Receptury mieszanek paszowych opracowano w oparciu o analizy chemiczne wysokobiałkowych materiałów paszowych i ustalono przy użyciu programu Win-Pasze. Wartość pokarmową mieszanek przyjęto na 12,5 MJ energii metabolicznej 220 g białka ogólnego/kg (mieszanki starter) oraz 13,2 MJ energii metabolicznej i 210 g białka ogólnego (mieszanki grower). Kurczęta utrzymywano w metalowych boksach na ściółce z wiórów drzew liściastych, ze swobodnym dostępem do wody i paszy. Masa ciała 46 losowo wybranych 1-dniowych piskląt przed doświadczeniem wynosiła  $40,0 \pm 3,7$  g. Dla określenia masy ciała wszystkie kurczęta biorące udział w doświadczeniu ważono w 21. i 42. dniu życia, określając końcową masę ciała. Ubojową masę ciała określano dla

40 brojlerów wybranych losowo z grup doświadczalnych w 43. dniu ich życia. Kurczęta żywiono do woli mieszankami paszowymi sypkimi, nieprzetwarzanymi ciśnieniowo-termicznie. Przez pierwsze 6 dni paszę podawano na płaskich tackach, od 7. dnia do końca chowu w pionowych samosypujących się karmidłach. Wodę podawano centralnie z wodociągu, poprzez system rur i poidel kropelkowych, po dwa poidelka w kojcu. Mieszanki paszowe wykonano w Mieszalni Pasz Instytutu Zootechniki PIB w Aleksandrowicach, pod nadzorem pracownika inżynieryjno-technicznego, w oparciu o przygotowane uprzednio receptury. Nasiona soi odmiany niezmodyfikowanej Merlin firmy Saatbau Linz pochodziły z pól uprawnych Zakładu Doświadczalnego Instytutu Zootechniki PIB sp. z o.o w Grodźcu Śląskim, gospodarstwo Kostkowice, gdzie nasiona częściowo odtłuszczono. Pełne nasiona soi tłoczono na prasie ślimakowej model FL 200 firmy Farnet a.s. (Republika Czeska) w temperaturze 70–80°C. Z 1 tony nasion soi uzyskano 867,3 kg makuchu i 132,7 kg surowego oleju sojowego. Nasiona soi po wytłoczeniu części oleju, w postaci makuchu sojowego poddano ekstruzji w Instytucie Zootechniki IZ PIB, w Mieszalni Pasz w Aleksandrowicach, po uprzednim ześrutowaniu. Makuch sojowy przed ekstruzją nawilżano, stosując 150 ml wody/kg makuchu. Ekstruzję prowadzono na urządzeniu ukraińskiej firmy OLA-PPHW sp. z o.o. w temperaturze 135°C, w czasie 8 sekund, schładzano i ponownie śrutowano. Pozostałe zbożowe materiały mieszanek paszowych, ziarno kukurydzy oraz pszenicy śrutowano i nie ekstrudowano.

#### **Warunki doświadczenia wzrostowego**

Gęstość obsady piskląt w kojcach w doświadczeniu wzrostowym wynosiła 13–15 szt./m<sup>2</sup> na początku doświadczenia, co odpowiadało obciążeniu około 33–35 kg masy ciała kurcząt/m<sup>2</sup> powierzchni w końcowym okresie chowu.

W ramach programu ochrony piskląt przed schorzeniami, w obu doświadczeniach stosowano program profilaktyczny przyjęty do stosowania w Dziale Żywienia Zwierząt i Paszoznawstwa Instytutu Zootechniki PIB. Kurczęta w czasie pierwszych 3 dni otrzymywały preparat przeciw bieguncie w formie 10% roztworu leku SCANOFLOX w ilości 1 ml l<sup>-1</sup> wody. 7. dnia kurczętom podawano rozpuszczoną w wodzie szczepionkę przeciw chorobie Gumboro, a 14. dnia doświadczenia kurczęta szczepiono przeciw pomorowi drobiu (choroba Newcastle) preparatem typu BIO-VAC ND-IB. Ponadto przez cały okres doświadczenia kurczęta otrzymywały preparat witaminowy Vitazol podawany w wodzie.

Pomieszczenia dla kurcząt dezynfekowano i ścielono świeżymi wiórami drzewnymi. Temperaturę pomieszczenia w ciągu 3 dni przed zasiedleniem doprowadzono do poziomu 34°C, wymaganego warunkami chowu piskląt i utrzymywano zgodnie z obowiązującymi normami dla kurcząt brojlerów przez 5 dni, po czym stopniowo zmniejszono do 24°C. W pomieszczeniach utrzymywano stałe oświetlenie żarowe na wymaganym poziomie, z oświetleniem w czasie 24 godzin, zgodnie z obowiązującymi wymogami zootechnicznymi.

Codziennie określano ilość spożytej przez brojlery paszy, ważąc paszę niezjedzoną w ciągu ostatniej doby. Wyjściową masę ciała piskląt określano na 40 losowo wybranych kurczętach. Rosnące brojlery ważono 21. i 42. dnia życia. Przed ważeniem kurczęta głodzono 12 godzin.

### **Analiza śmiertelności ptaków**

W czasie doświadczeń kontrolowano przeżywalność ptaków, usuwając z kojców kurczęta martwe. Przed wyliczeniem istotności różnic dla śmiertelności pomiędzy grupami kurcząt uzyskane informacje podlegały transformacji zgodnie z równaniem  $y = \log(x+2)$  dla procentowych wskaźników śmiertelności. Przekształcone dane poddano analizie statystycznej.

### **Kontrola spożycia i wykorzystania paszy**

Po upływie każdej doby doświadczenia wyliczano spożycie mieszanki paszowej. Na koniec doświadczenia dokonywano korekcji spożycia mieszanki ze względu na śmiertelność kurcząt. Po określeniu masy kurcząt w 42. dniu doświadczeń wyliczono zużycie paszy przypadającej na uzyskany przyrost 1 kg masy ciała.

### **Ubój kurcząt i analiza tuszek, pobieranie tkanek i krwi**

W 43. dniu doświadczenia wzrostowego z każdej grupy wybrano losowo 10 kurcząt obu płci, po 5 kogutków i 5 kurek. Oznaczono masę ciała i ubito przez oszołomienie impulsem elektrycznym, dekapitację oraz skrwawienie. Podczas uboju pobierano próbki krwi celem uzyskania osocza przeznaczonego do analiz biochemicznych wskaźników metabolicznych. Po mechanicznym usunięciu piór i głowy, kurczęta patroszono. Oznaczono masę tuszki ciepłej bez głowy, masę żołądka, wątroby, serca, tłuszczu około żołądkowego i sadełkowego oraz skóry. Oba rodzaje tłuszczu przyjęto określać jako tłuszcz zapasowy.

W oparciu o masę ubojową i poubojową kurcząt bez głowy, wyliczano wydajność rzeźną. Tuszki schłodzono w czasie 24 godz. w komorze chłodniczej w temperaturze 5°C, a następnie poddano podziałowi na elementy kulinarne. Dysekcja polegała na wypreparowaniu z prawej połowy tuszki i zważeniu mięśni piersiowych i mięśni nogi oraz skóry. Wyliczono procentowy udział elementów tuszki w masie ciepłej (serce, żołądek, wątroba, tłuszcz zapasowy) i w masie schłodzonej (mięśnie piersiowe i mięśnie nogi, skóra). Masę części jadalnych tuszki wyliczano przez sumowanie masy mięśni piersiowych, nóg, serca, żołądka, wątroby i skóry. Dysekcję wykonano zgodnie z procedurą Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi opisaną przez Zgłobicę i Różycką (1972). Do analiz chemicznych pobrano próbki mięśni piersiowych i nogi, które zmielono i zamrożono w pojemnikach plastikowych w temperaturze -18°C. Analizy wykonano po 30 dniach przechowywania próbek.

### **Strawność jelitowa aminokwasów**

Doświadczenie strawnościowe wykonano w układzie losowym, na 320 seksownych kurczętach kogutkach odmiany Ross 308, w wieku od 2 do 4 tygodni, podzielonych na 4 grupy, każda grupa w 8 powtórzeniach, po 10 kurcząt w powtórzeniu. Kurczęta żywiono mieszankami paszowymi sypkimi typu starter-grower, tak jak w doświadczeniu pierwszym, skarmianymi do woli. Jako wskaźnika strawności użyto trójtlenku chromu ( $Cr_2O_3$ ) w ilości 0,5% mieszanki paszowej. Doświadczenie trwało 21 dni, w tym 14 dni okres wstępny i 7 dni okres właściwy. Przed i po doświadczeniu pobrano próbki mieszanek paszowych, łączono, mieszano i wydzielano dla całego okresu doświadczenia średnie próbki analityczne. Po zakończeniu kolekcji, 10 kur-



czą każdego powtórzenia uśmiercano zastrzykiem preparatu Marbital (Pentobarbital sodu). Po rozcięciu powłok brzusznych wyjmowano jelita. Preparowano końcowy odcinek jelita cienkiego (*Intestinum ileum*) od uchyłku Meckela (*Meckel's diverticulum*) do punktu w odległości 20 mm przed połączeniem jelit ślepych z jelitem grubym, wy-ciskając delikatnie treść pokarmową do pojemnika ze sztucznego tworzywa. Próbki treści jelitowej zamrażano w temperaturze  $-18^{\circ}\text{C}$ . Po 20 dniach próbki rozmrażano, liofilizowano i poddano analizie chemicznej. Żywienie kurcząt brojlerów, sposób postępowania i przygotowania próbek do analiz białka oraz aminokwasów był zgodny z procedurami opisanymi przez Kadima i Moughana (1997). Warunki utrzymania ptaków i procedury doświadczalne były wykonane za zgodą Lokalnej Komisji Etycznej dla Zwierząt Doświadczalnych w Krakowie.

### **Analizy laboratoryjne**

Zawartość suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego w paszach oznaczano zgodnie z metodami podanymi w normach analitycznych według AOAC (2007; procedury 976.05; 920.39), a zawartość suchej masy w nasionach soi i paszach sojowych oznaczano według PN-EN ISO 665:2004. Oznaczanie wapnia, magnezu, sodu i potasu w paszach przeprowadzono metodą płomieniowej absorpcji atomowej (AOAC, 2006), a fosforu metodą spektrofotometryczną według procedury PN-C-04288-16:1989. Zawartość trójtlenku chromu w treści jelitowej brojlerów oznaczono metodą opisaną w publikacji Sahy i Gilbreatha (1991). Zawartość inhibitora tripsyny oznaczano zgodnie z procedurą opisaną w normie PN-EN ISO 14902 w Krajowym Laboratorium Pasz Instytutu Zootechniki PIB w Lublinie, posiadającego status laboratorium referencyjnego Ministerstwa Rolnictwa i Rozwoju Wsi. Zawartość składników pokarmowych w mieszankach paszowych wyliczano z zawartości składników pokarmowych w materiałach mieszanek i ich procentowego udziału w mieszankach paszowych. Analizy składników pokarmowych komponentów mieszanek paszowych wykonano w Centralnym Laboratorium Instytutu Zootechniki PIB. Zawartość energii metabolicznej w materiałach paszowych mieszanek wyliczano z ich składu chemicznego, według wzorów i z zastosowaniem współczynników strawności podanych w Europejskich Tabelach Wartości Energetycznej Pasz dla Drobiu (Smulikowska i Rutkowski, 2005).

W próbkach mięśni piersiowych oznaczano zawartość suchej masy, białka ogólnego, tłuszczu surowego i popiołu surowego. Analizy pasz i mięśni kurcząt wykonano metodami analitycznymi, zgodnie z procedurami AOAC (2009). Krew pobierano do próbek zawierających heparynę, w czasie uboju i skrawiania kurcząt, następnie wirowano dla uzyskania osocza. W świeżym osoczu oznaczono poziom glukozy, a pozostałą jego część zamrażano do dalszych analiz. Poziom glukozy oznaczano z wykorzystaniem metody enzymatycznej z użyciem oksydazy glukozy. Po 14 dniach osocze rozmrażano i oznaczono białko całkowite, trójglicerydy, cholesterol całkowity i lipoproteiny wysokocząsteczkowe (HDL). Analizy wykonano metodą enzymatyczno-kolorymetryczną przy użyciu zestawów diagnostycznych firmy Cormay Diagnostyka Polska.

Współczynniki pozornej strawności jelitowej białka i aminokwasów (AID) zawartych w poszczególnych mieszankach paszowych wyliczono według następują-

cego wzoru, stosując bezwodny trójtlenek chromu ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) jako wskaźnik (Kadim i Moughan, 1997):

$$\text{AID (\%)} = 100 - [(Cr_d \times AA_y) / (Cr_y \times AA_d)] \times 100$$

gdzie:

$Cr_d$  i  $Cr_y$  – zawartość wskaźnika (Cr) odpowiednio w suchej masie diety i treści jelitowej;

$AA_y$  i  $AA_d$  – zawartość białka lub aminokwasu odpowiednio w suchej masie treści jelitowej i diety.

### Analiza statystyczna danych

Wykonano dwuczynnikową analizę wariancji. Dane dotyczące śmiertelności kurcząt podlegały transformacji zgodnie z równaniem  $x = \log(x+2)$  dla procentowych wskaźników śmiertelności. Przekształcone dane poddano analizie statystycznej. Istotność różnic pomiędzy grupami dla doświadczenia wzrostowego wyliczono, stosując test Tukeya dla 5% prawdopodobieństwa. Dla strawności aminokwasów wykonano analizę wariancji, identyfikując różnice pomiędzy grupami testem Fishera (NIR) dla 5% prawdopodobieństwa. Obliczenia wykonano z użyciem programu komputerowego SAS 9.3.TS Level 1 MO.

## Wyniki

Wytłoczenie oleju z soi zwiększyło zawartość białka ogólnego z 316,7 g/kg w nasionach do 369,6 g/kg w ekstrudowanym makuchu, co stanowiło wzrost o 14,3% oraz zmniejszyło zawartość tłuszczu surowego z 217,4 g/kg w nasionach do 84,7 g/kg w makuchu. Tłoczenie oleju z nasion soi przed ekstruzją zwiększyło w makuchu sojowym zawartość włókna surowego, a także składników mineralnych, w tym wapnia, fosforu ogólnego, magnezu i potasu. Śruta sojowa poekstrakcyjna użyta w dietach kontrolnych dla kurcząt brojlerów zawierała 453,2 g/kg białka ogólnego oraz 17,5 g/kg tłuszczu surowego. Poziom energii metabolicznej w obu paszach wynosił odpowiednio 9,0 MJ/kg w poekstrakcyjnej śrucie sojowej i 9,8 MJ/kg w ekstrudowanym makuchu sojowym. Ekstrudowany makuch sojowy w porównaniu do komercyjnej śruty sojowej poekstrakcyjnej zawierał mniej lizyny o 3,35 g/kg (12,3%), metioniny o 1,36 g/kg (22,3%), treoniny o 2,47 g/kg (14,1%), tryptofanu o 2,21 g/kg (36,8%) i argininy o 6,08 g/kg (18,3%). Wartość pokarmowa drożdży paszowych była zbliżona do informacji o składzie chemicznym i wartości pokarmowej tej paszy zawartej w Tabelach Wartości Pokarmowej Pasz w Zaleceniach Żywienia Drobiu (Smulikowska i Rutkowski, 2005). Poziom inhibitora trypsyny w surowych nasionach soi, całych i śrutowanych wynosiła średnio dla 5 analizowanych pasz odpowiednio 23, 24 i 22 mg/100 g. Usunięcie części tłuszczu z nasion poprzez tłoczenie oleju zwiększyło ilość inhibitora trypsyny w makuchu sojowym do 26 mg/100 g, a w wartościach względnych o 12,3% w porównaniu z pełnymi nasionami soi. Proces ekstruzji makuchu sojowego w tej pracy obniżył zawartość inhibitora trypsyny do 2–3 mg/g paszy.



Tabela 2. Skład mieszanki paszowej na pierwszy okres żywienia (Starter 1-21 dni) brojlerów (doświadczenie 1)

Table 2. Composition of the diet in the first feeding period (Starter, 1-21 days) of broilers (experiment 1)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Grupa doświadczalna Experimental groups		
		I	II	III
1	2	3	4	5
Materiały paszowe mieszanki (%)				
Feed materials in the diet (%)				
śruta kukurydziana ground maize	42,96	41,35	38,72	34,00
śruta pszenna ground wheat	17,00	16,00	16,00	16,00
poekstrakcyjna śruta sojowa extracted soybean meal	33,00	25,00	18,00	-
makuch sojowy ekstrudowany soybean expeller	-	10,00	18,00	40,25
drożdże paszowe fodder yeast	0,40	1,00	2,20	3,40
olej sojowy soybean oil	1,40	1,80	2,00	2,50
kreda paszowa ground limestone	0,40	0,40	1,00	0,60
fosforan 2 wapniowy paszowy dicalcium phosphate	3,80	3,40	3,00	2,10
sól paszowa fodder salt	0,30	0,30	0,30	0,30
DL-Metionina DL-Methionine	0,14	0,14	0,15	0,20
L-Lizyna HCl (78%) L-Lysine HCl (78%)	0,10	0,11	0,13	0,15
L-arginina (99%) <sup>1)</sup> L-arginine (99%) <sup>1)</sup>	0,20	0,20	0,20	0,20
premik DKA 0,5% <sup>2)</sup> premix DKA 0.5% <sup>2)</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
Składniki pokarmowe mieszanki (g/kg)				
Dietary nutrients (g/kg)				
sucha masa dry matter	897	896	895	893
energia metaboliczna (MJ/kg) metabolizable energy (MJ/kg)	12,5	12,5	12,5	12,5
białko ogólne crude protein	220	220	220	220
lizyna lysine	12,0	12,0	12,2	12,1
metionina methionine	4,7	4,6	4,6	4,8

cd. tabeli 2 – table 2 contd.

1	2	3	4	5
metionina+cystyna methionine+cystine	8,6	8,7	8,6	8,8
arginina arginine	15,6	15,6	15,6	15,6
treonina threonine	8,1	7,9	7,8	7,8
tryptofan tryptophan	2,6	2,5	2,3	2,3
tłuszcz surowy crude fat	34,8	36,9	37,1	37,8
włókno surowe crude fibre	27,7	29,8	31,1	36,0
skrobia starch	386	369	346	306
wapń calcium	16,1	14,8	15,8	13,0
fosfor ogólny total phosphorus	6,7	6,6	6,6	6,5
	1,2	1,3	1,4	1,6
fosfor strawny digestible phosphorus				

<sup>1</sup>Doświadczenie 2 – z dodatkiem i bez dodatku L-argininy.

<sup>1</sup>Experiment 2 – with and without supplemental L-arginine.

<sup>2</sup>1 kg premiksu DKA Starter 0,5% zawiera: wit. A – 13 5000 j.m.; wit. D – 3250 j.m.; wit. E – 40 mg; wit. B<sub>1</sub> – 3,25 mg; wit. B<sub>2</sub> – 7,5 mg; wit. B<sub>6</sub> – 5 mg; B<sub>12</sub> – 0,0323 mg; wit. K<sub>3</sub> – 6 mg; biotyna – 0,15 mg; kwas nikotynowy – 45 mg; pantetonian wapnia – 15 mg; kwas foliowy – 1,5 mg; chlorek choliny – 100 mg; Mn – 100 mg; Cu – 1,75 mg; Fe – 76,5 mg; Se – 0,275 mg; I – 1 mg; Zn – 75 mg; Co – 0,4 mg; Endox (antyoksydant) – 125 mg; Sincox (kokcydiostatyk) – 1 g; Ca – 0,679 g.

<sup>2</sup>1 kg of Premix DKA Starter 0.5% contains: vit. A – 13 5000 IU; vit. D – 3 250 IU; vit. E – 40 mg; vit. B<sub>1</sub> – 3.25 mg; vit. B<sub>2</sub> – 7.5 mg; vit. B<sub>6</sub> – 5 mg; B<sub>12</sub> – 0.0323 mg; vit. K<sub>3</sub> – 6 mg; biotin – 0.15 mg; nicotinic acid – 45 mg; calcium pantothenate – 15 mg; folic acid – 1.5 mg; choline chloride – 100 mg; Mn – 100 mg; Cu – 1.75 mg; Fe – 76.5 mg; Se – 0.275 mg; I – 1 mg; Zn – 75 mg; Co – 0.4 mg; Endox (antioxidant) – 125 mg; Sincox (coccidiostat) – 1 g; Ca – 0.679 g.

Przyjęto umiarkowane tempo wzrostu brojlerów na poziomie 220/210 g białka ogólnego oraz 12,5/13,2 MJ energii metabolicznej w kilogramie mieszanki paszowej (tab. 2 i 3). Zamiana śrutu sojowej na ekstrudowany makuch sojowy w dietach na pierwszy okres chowu kurcząt brojlerów na poziomie 10 i 18% ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszance paszowej (pierwsza i druga grupa doświadczalna) obniżyła masę ciała brojlerów, a stwierdzone różnice nie były statystycznie istotne dla wszystkich poziomów makuchu w mieszankach paszowych ( $P < 0,05$ ; tab. 4). W wartościach względnych zmniejszenie masy ciała brojlerów wynosiło odpowiednio 4,5; 5,7 i 7,7%. Masa ciała kogutków była o 8,8% wyższa od masy kurek ( $P < 0,05$ ).

Tabela 3. Skład mieszanki paszowej na drugi okres żywienia (Grower-Finisher 22–42 dni) (doświadczenie 2)  
 Table 3. Composition of the diet in the second feeding period (Grower-Finisher, 22–42 days) of broilers (experiment 2)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Grupy doświadczalne Experimental groups		
		I	II	III
1	2	3	4	5
Materiały paszowe mieszanki (%)	42,96	41,35	38,72	34,00
Feed materials in the diet (%)				
śruta kukurydziana	17,00	16,00	16,00	16,00
ground maize				
śruta pszenna	33,00	25,00	18,00	–
ground wheat				
poekstrakcyjna śruta sojowa	–	10,00	18,00	40,25
extracted soybean meal				
makuch sojowy ekstrudowany	0,40	1,00	2,20	3,40
soybean expeller				
drożdże paszowe	1,40	1,80	2,00	2,50
fodder yeast				
olej sojowy	0,40	0,40	1,00	0,60
soybean oil				
kreda paszowa	3,80	3,40	3,00	2,10
ground limestone				
fosforan 2 wapniowy paszowy	0,30	0,30	0,30	0,30
dicalcium phosphate				
sól paszowa	0,14	0,14	0,15	0,20
fodder salt				
DL-Metionina	0,10	0,11	0,13	0,15
DL-Methionine				
L-Lizyna HCl (78%)	0,20	0,20	0,20	0,20
L-Lysine HCl (78%)				
L-arginina (99%) <sup>1)</sup>	0,50	0,50	0,50	0,50
L-arginine (99%) <sup>1)</sup>				
premiksy DKA 0,5% <sup>2)</sup>	897	896	895	893
premix DKA 0.5% <sup>2)</sup>				
Składniki pokarmowe mieszanki (g/kg)				
Dietary nutrients (g/kg)				
sucha masa	12,5	12,5	12,5	12,5
dry matter				

cd. tabeli 3 – table 3 contd.

1	2	3	4	5
energia metaboliczna (MJ/kg)	220	220	220	220
metabolizable energy (MJ/kg)				
białko ogólne	12,0	12,0	12,2	12,1
crude protein				
lizyna	4,7	4,6	4,6	4,8
lysine				
metionina	8,6	8,7	8,6	8,8
methionine				
metionina+cystyna	15,6	15,6	15,6	15,6
methionine+cystine				
arginina	8,1	7,9	7,8	7,8
arginine				
treonina	2,6	2,5	2,3	2,3
threonine				
tryptofan	34,8	36,9	37,1	37,8
tryptophan				
tłuszcz surowy	27,7	29,8	31,1	36,0
crude fat				
włókno surowe	386	369	346	306
crude fibre				
skrobia	16,1	14,8	15,8	13,0
starch				
wapń	6,7	6,6	6,6	6,5
calcium				
fosfor ogólny	1,2	1,4	1,4	1,6
total phosphorus				
fosfor strawny	1,2	1,3	1,4	1,6
digestible phosphorus				

<sup>1)</sup> Doświadczenie 2 – z dodatkiem i bez dodatku L-argininy.

<sup>1)</sup> Experiment 2 – with and without supplemental L-arginine.

<sup>2)</sup> 1 kg premiksu DKA Grower 0,5% zawiera: wit. A – 12 000 j.m.; wit. D – 3 250 j.m.; wit. E – 40 mg; wit. B<sub>1</sub> – 2 mg; wit. B<sub>2</sub> – 7,25 mg; wit. B<sub>6</sub> – 4,25 mg; B<sub>12</sub> – 0,03 mg; wit. K<sub>3</sub> – 2,25 mg; biotyna – 0,1 mg; kwas nikotynowy – 40 mg; pantetonian wapnia – 2 mg; kwas foliowy – 1,0 mg; chlorek choliny – 450 mg; Mn – 100 mg; Cu – 1,75 mg; Fe – 76,5 mg; Se – 0,275 mg; I – 1 mg; Zn – 75 mg; Co – 0,4 mg; Endox (antyoksydant) – 125 mg; Sincox (kokcydiostatyk) – 1 g; Ca – 0,790 g.

<sup>2)</sup> 1 kg of Premix DKA Grower 0.5% contains: vit. A – 12 000 IU; vit. D – 3 250 IU; vit. E – 40 mg; vit. B<sub>1</sub> – 2 mg; vit. B<sub>2</sub> – 7.25 mg; vit. B<sub>6</sub> – 4.25 mg; B<sub>12</sub> – 0.03 mg; vit. K<sub>3</sub> – 2.25 mg; biotin – 0.1 mg; nicotinic acid – 40 mg; calcium pantothenate – 12 mg; folic acid – 1.0 mg; choline chloride – 450 mg; Mn – 100 mg; Cu – 1.75 mg; Fe – 76.5 mg; Se – 0.275 mg; I – 1 mg; Zn – 75 mg; Co – 0.4 mg; Endox (antioxidant) – 125 mg; Sincox (coccidiostat) – 1 g; Ca – 0.790 g.

Tabela 4. Masa ciała, śmiertelność oraz spożycie i wykorzystanie paszy (doświadczenie I)  
Table 4. Body weight, mortality, and feed intake and conversion (experiment I)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Grupy doświadczalne Experimental groups			SEM	Płeć Sex		Wartość P P value				
		I	II	III		kogutki cockerels	kurki pullets	poziom makuchu expeller level	płeć sex	interakcja interaction		
Masa ciała (g) Body weight (g)												
21. dzień 21 days	673,4 A	663,6 A	623,4 AB	601,9 B	8,5	664,8 A	616,4 B	0,004	0,0018	0,7198		
42. dzień 42 days	2609,0 A	2488,3 B	2461,8 B	2408,6 B	21,6	2606,8 A	2376,9 B	<0,0001	<0,0001	0,4677		
Śmiertelność Mortality												
1–21 dni (%) 1–21 days (%)	3,7 A	1,3 C	4,4 A	2,6 B	1,1	2,8	3,1	<0,0001	0,3251	0,5297		
22–42 dni (%) 22–42 days (%)	2,6 A	1,3 B	2,7 A	2,6 A	1,0	2,3	2,3	0,0321	0,9999	0,4899		
1–42 dni (%) 1–42 days (%)	6,1 A	2,5 B	6,8 A	5,0 A	2,3	4,9	5,3	<0,0001	0,8421	0,6205		
Spożycie paszy (g/ptaka) Feed intake (g/bird)												
1–21 dni 1–21 days	1104,4	1119,4	1102,5	1117,5	45,0	1159,1 A	1062,8 B	0,985	0,0157	0,9844		
22–42 dni 22–42 days	3388,8	3461,9	3221,9	3378,1	108,0	3534,7 A	3190,6 B	0,260	0,0002	0,7669		
1–42 dni 1–42 days	4493,2	4581,3	4324,4	4495,6	119,4	4693,7 A	4253,5 B	0,304	0,0004	0,4279		
Wykorzystanie paszy (g/g PMC) Feed conversion (g/g BW(G))												
1–21 dni 1–1 days	1,69	1,69	1,79	1,78	0,27	1,72	1,76	0,092	0,3011	0,5633		
22–42 dni 22–42 days	1,38	1,39	1,40	1,43	0,30	1,36	1,44	0,276	0,9086	0,9514		
1–42 dni 1–42 days	1,64	1,68	1,72	1,73	0,26	1,67	1,71	0,234	0,7995	0,7477		

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P<0,05).  
A, B – values in rows with different letters differ significantly (P<0.05).

Tabela 5. Masa ubojowa, wydajność rzeźna i elementy tuszek kurcząt brojlerów (doświadczenie I)  
 Table 5. Slaughter weight, dressing percentage and carcass components of broiler chickens (experiment I)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Grupy doświadczalne Experimental groups			SEM	Płeć Sex			Wartość P P value										
		I	II	III		kogutki cockerels	kurki pullets	poziom makuchu expeller level	płeć sex	interakcja interaction									
											3	4	5	6	7	8	9	10	11
Masa i wydajność rzeźna tuszki Carcass weight and dressing percentage																			
masa ubojowa ciała (g) slaughter weight (g)	2649,4 A	2636,3 A	2549,4 A	2404,4 B	24,4	2656,1 A	2463,6 B	<0,0001	<0,0001	0,254									
masa tuszki ciepłej (g) hot carcass weight (g)	2006,3 A	1986,9 A	1913,1 A	1778,8 B	18,5	1987,1 A	1855,5 B	<0,0001	<0,0001	0,380									
masa tuszki schłodzonej (g) cold carcass weight (g)	1970,0 A	1950,6 A	1879,4 A	1746,9 B	20,3	1949,1 A	1824,4 B	<0,0001	0,0002	0,349									
wydajność rzeźna (%) dressing percentage (%)	75,71	75,02	74,66	73,90	0,25	75,39	74,26	0,103	0,757	0,539									
Wartości bezwzględne (g) Absolute values (g)																			
mięśnie piersiowe breast muscles	564,9 A	503,2 B	496,4 B	457,4 B	8,4	520,6 A	490,3 B	<0,0001	0,035	0,575									
mięśnie nóg leg muscles	416,6 A	434,6 B	420,9 B	366,2 B	7,8	442,1 A	377,0 B	0,001	<0,0001	0,150									
serce heart	11,1	10,9	11,2	11,4	0,2	12,4	10,9	0,435	0,561	0,701									
zółdek gizzard	21,0	21,6	24,4	23,9	0,04	22,9	22,5	0,117	0,227	0,295									



wątroba	52,6	52,7	54,3	48,8	0,6	54,5	49,7	0,267	0,126	0,373
liver										
tluszcz zapasowy	43,9	45,2	46,0	43,8	1,0	40,8 B	48,6 A	0,850	0,001	0,538
abdominal fat										
skóra	126,2 AB	119,7 AB	131,4 A	113,1 B	1,1	123,7	121,4	0,016	0,577	0,753
skin										
masa części jadalnych tuszki	1236,3 A	1187,9 AB	1184,6 B	1119,3 B	19,9	1205,0 A	1132,4 B	<0,0001	<0,0001	0,110
weight of edible carcass parts										
Wartości względne (%)										
Relative values (%)										
mięśnie piersiowe <sup>1)</sup>	28,7 A	25,8 B	26,4 B	26,2 B	0,3	26,4 B	27,5 A	0,024	0,004	0,228
breast muscles <sup>1)</sup>										
mięśnie nóg <sup>1)</sup>	21,1 A	22,3 B	22,4 B	21,0 A	2,8	22,7 A	20,7 B	0,001	0,020	0,401
leg muscles <sup>1)</sup>										
serce	0,6	0,6	0,6	0,7	0,03	0,6	0,6	9,479	0,411	0,466
heart										
zołądek <sup>2)</sup>	1,0	1,1	1,3	1,3	0,04	1,2	1,2	0,451	0,500	0,201
gizzard <sup>2)</sup>										
wątroba <sup>2)</sup>	2,6	2,7	2,8	2,7	0,1	2,7	2,7	0,461	0,806	0,173
liver <sup>2)</sup>										
tluszcz zapasowy <sup>2)</sup>	2,2	2,3	2,4	2,5	0,1	2,1 B	2,6 A	0,167	<0,0001	0,619
abdominal fat <sup>2)</sup>										
skóra <sup>1)</sup>	6,3	6,0	6,9	6,4	0,1	6,3	6,5	0,496	0,091	0,612
skin <sup>1)</sup>										

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie ( $P < 0,05$ ).

A, B – values in rows with different letters differ significantly ( $P < 0,05$ ).

<sup>1)</sup> Oznaczone w tuszkach schłodzonych.

<sup>1)</sup> Estimated in cooled carcasses.

<sup>2)</sup> Oznaczone w tuszkach świeżych po uboju brojlerów.

<sup>2)</sup> Estimated in carcasses after broiler slaughtering.

Tabela 6. Skład chemiczny mięśni i parametry osocza krwi kurcząt brojlerów (dośw. 1)  
 Table 6. Chemical composition of muscles and blood plasma parameters in broiler chickens (experiment 1)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Grupy doświadczalne Experimental groups			SEM	Płeć Sex		Wartość P P value		
		I	II	III		kogutki cockerels	kurki pullets	poziom makuchu expeller level	pleć sex	interakcja interaction
<b>Składniki mięśni piersiowych (% s.m.)</b> Components of breast muscles (% d.m.)										
sucha masa dry matter	23,88	24,15	24,40	24,18	0,21	24,36	23,95	0,375	0,051	0,141
białko ogólne crude protein	22,06	22,21	22,09	21,74	0,21	22,46	21,59	0,433	0,300	0,019
tłuszcz surowy crude fat	1,74	1,74	1,86	1,75	0,09	1,59 B	1,91 A	0,745	0,000	0,080
popiół surowy crude ash	1,16	1,17	1,18	1,19	1,18	1,19	1,16	0,259	0,410	0,039
<b>Składniki mięśni nogi (% s.m.)</b> Components of leg muscles (% d.m.)										
sucha masa dry matter	26,18 B	26,42 B	27,20 AB	28,24A	0,28	26,90	27,12	<0,0001	0,459	0,506
białko ogólne crude protein	18,65	18,40	18,65	18,64	0,14	18,71	18,46	0,536	0,074	0,002
tłuszcz surowy crude fat	6,72 B	7,38 AB	7,76 A	8,20A	0,27	7,38	7,64	0,003	0,082	0,129
popiół surowy crude ash	1,07	1,06	1,06	1,05	0,01	1,06	1,06	0,708	0,514	0,043
<b>Wskaźniki osocza krwi</b> Blood plasma indicators										
glukoza (mg/dl) glucose (mg/dl)	248,00 AB	256,52 A	239,83 AB	229,72 B	5,43	239,11	247,93	0,032	0,110	0,124
białko całkowite (g/dl) total protein (g/dl)	3,17 A	3,17 A	3,00 AB	2,85 B	0,08	3,25 A	2,86 B	0,014	<0,0001	0,582
trójglicerydy (mg/dl) triglycerides, mg/dl	50,11 AB	55,59 AB	59,25 A	44,53 B	3,14	51,99	52,75	0,010	0,8101	0,915
cholesterol całkowity (mg/dl) total cholesterol (mg/dl)	123,94 AB	131,84 A	122,26 AB	113,28 B	3,49	123,99	121,68	0,005	0,506	0,823
cholesterol HDL (mg/dl) HDL cholesterol (mg/dl)	94,50	97,60	88,55	86,18	3,14	93,95	89,47	0,068	0,159	0,767

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P<0,05).

A, B – values in rows with different letters differ significantly (P<0.05).

Tabela 7. Współczynniki jelitowej strawności pozornej białka ogólnego i aminokwasów diety zawierającej ekstrudowany makuch sojowy (doświadczenie 2)

Table 7. Coefficients of apparent ileal digestibility of crude protein and amino acids in the soybean expeller diet (experiment 2)

Wyszczególnienie Item	Grupa kontrolna Control group	Grupy doświadczalne Experimental groups			SEM	Wartość P P value
		I	II	III		
Białko ogólne Crude protein	87 A	85 AB	86 AB	83B	3,5	0,041
Aminokwasy egzogenne Essential amino acids						
arginina arginine	95 A	94 AB	93 AB	92 B	1,2	0,005
fenyloalanina phenylalanine	92 A	90 AB	91 AB	89 B	1,9	0,058
histydyna histidine	88 A	86 AB	81 B	82 B	5,0	0,003
izoleucyna isoleucine	91 A	89 AB	88 AB	87 B	2,5	0,008
leucyna leucine	91 A	89 AB	89 AB	88 B	2,6	0,046
lizyna lysine	94 A	92 A	91 AB	88 B	2,2	0,003
metionina methionine	94	94	95	94	1,6	0,211
treonina threonine	89 A	86 AB	83 B	82 B	4,3	0,002
walina valine	91 A	89 AB	88 AB	86 B	3,6	0,011
Aminokwasy endogenne Non-essential amino acids						
alanina alanine	90 A	88 AB	87 AB	85 B	0,8	0,016
kwas asparaginowy aspartic acid	90	90	88	86	5,8	0,072
cystyna cystine	84 A	82 AB	83 AB	79 B	4,3	0,022
glicyna glycine	88 A	85 AB	83 B	83 B	1,5	0,018
kwas glutaminowy glutamic acid	93 A	92 A	83 AB	91A	0,8	0,028
prolina proline	91	89	89	90	7,4	0,736
seryna serine	90 A	88 AB	86 B	85 B	3,4	0,011
tyrozyna tyrosine	91 A	88 AB	85 B	85 B	2,1	0,001

A, B – wartości w wierszach oznaczone różnymi literami różnią się istotnie (P&lt;0,05).

A, B – values in rows with different letters differ significantly (P&lt;0.05).

Śmiertelność kurcząt w pierwszym okresie chowu była znacząco wyższa niż w okresie drugim, z wyjątkiem pierwszej grupy doświadczalnej. Śmiertelność w pierwszej grupie doświadczalnej była istotnie niższa ( $P < 0,05$ ), a pozostałe grupy doświadczalne nie różniły się od grupy kontrolnej. Nie stwierdzono istotnych różnic w śmiertelności kogutków i kurek, a także istotnej interakcji obu czynników doświadczalnych w oddziaływaniu na poziom śmiertelności kurcząt.

Nie stwierdzono istotnych różnic w spożyciu mieszanek paszowych pomiędzy grupami kurcząt brojlerów, natomiast kogutki zjadały istotnie więcej paszy niż kurki w obu okresach i całym okresie chowu ( $P < 0,05$ ; tab. 4). Nie stwierdzono również istotnych różnic we wskaźnikach wykorzystania paszy, a ich wartość nieznacznie zwiększała się wraz z poziomem ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszankach paszowych. Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy płciami kurcząt, jak również istotnej interakcji dla analizowanych parametrów.

Masa ubojowa 40 losowo wybranych brojlerów wykazała istotne obniżenie masy ciała kurcząt żywionych mieszankami zawierającymi ekstrudowany makuch sojowy (tab. 4). Podobne zależności stwierdzono w masie tuszek ciepłych i schłodzonych. Nie stwierdzono istotnych różnic w wydajności rzeźnej u kurcząt, a także istotnej interakcji dla tego parametru. Zamiana śrutu sojowej na ekstrudowany makuch sojowy w mieszankach paszowych na wszystkich poziomach zamiany obniżyła istotnie masę mięśni piersiowych i mięśni nogi kurcząt wyrażoną w wartościach bezwzględnych i względnych ( $P < 0,05$ ). Nie stwierdzono istotnych różnic pomiędzy grupami brojlerów w masie serca, żołądka, wątroby oraz tłuszczu zapasowego, w wartościach względnych i bezwzględnych. Masa mięśni piersiowych i masy nogi kogutków była istotnie wyższa niż u kurek ( $P < 0,05$ ). Udział tłuszczu zapasowego w tuszkach kurek był istotnie wyższy niż w tuszkach kogutków ( $P < 0,05$ ). Nie stwierdzono istotnej interakcji dla poziomu ekstrudowanego makuchu sojowego w dietach a płcią kurcząt dla wszystkich badanych parametrów tuszek. Nie stwierdzono również istotnych różnic w składzie chemicznym mięśni piersiowych kurcząt brojlerów (tab. 5), z wyjątkiem istotnie wyższej zawartości tłuszczu u kurek w porównaniu do kogutów ( $P < 0,05$ ). Żywnienie brojlerów mieszankami paszowymi zawierającymi 20 i 39% ekstrudowanego makuchu sojowego istotnie zwiększyło zawartość suchej masy i tłuszczu surowego w mięśniach nogi brojlerów w porównaniu do kurcząt grupy kontrolnej ( $P < 0,05$ ).

Stwierdzono istotną interakcję między poziomem ekstrudowanego makuchu w mieszankach paszowych a płcią kurcząt brojlerów dla zawartości białka ogólnego i popiołu surowego w mięśniach piersiowych i w mięśniach nogi ( $P < 0,05$ ).

Pełna zamiana obu pasz sojowych w mieszankach paszowych skutkowała istotnie niższą zawartością glukozy, trójglicerydów, białka oraz cholesterolu całkowitego w osoczu krwi kurcząt ( $P < 0,05$ ; tab. 6). Nie stwierdzono różnic w zawartości lipoprotein wysokiej gęstości (HDL) w osoczu kurcząt brojlerów, jak również istotnej interakcji obu czynników doświadczenia w oddziaływaniu na badane parametry osocza krwi.

Pełna zamiana śrutu sojowej na ekstrudowany makuch sojowy spowodowała istotne obniżenie pozornej strawności jelitowej białka ogólnego ( $P < 0,05$ ), przy braku istotnych różnic pomiędzy grupami doświadczalnymi brojlerów (tab. 7). Wprowadzenie ekstrudowanego makuchu sojowego do mieszanek dla brojlerów na poziomie

10 i 18% mieszanki paszowej obniżyło strawność jelitową większości aminokwasów egzogennych i endogennych, w tym aminokwasu lizyny, jakkolwiek stwierdzone różnice w porównaniu do śruty sojowej były nieistotne. Wyjątkiem był aminokwas metionina, którego strawność jelitowa była zbliżona i wyrównana we wszystkich grupach brojlerów. Jelitowa strawność histydyny i treoniny istotnie obniżyła się przy 18% poziomie ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszance paszowej ( $P < 0,05$ ). Pełna zamiana śruty sojowej na ekstrudowany makuch sojowy istotnie obniżyła jelitową strawność większości aminokwasów ( $P < 0,05$ ), z wyjątkiem metioniny, kwasu asparaginowego i proliny.

### Omówienie wyników

W piśmiennictwie dotyczącym wykorzystania ekstrudowanych pasz sojowych w żywieniu kurcząt broilerów dominują prace naukowe dotyczące pełnych ekstrudowanych nasion soi (Zhaleh i in., 2012; Foltyn i in., 2012; Foltyn i in., 2013; Mirghelnej i in., 2013; Jahanian i Rasouli, 2016). Nieliczne publikacje dotyczą ekstrudowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej (Johanian i Rasouli, 2016), a jedna z nich dotyczy wykorzystania w żywieniu brojlerów ekstrudowanego makuchu sojowego, w porównaniu do ekstrudowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej (Powell i in., 2011).

Poekstrakcyjna śruta sojowa jest głównym źródłem białka w dietach dla drobiu (De Coca-Sinova i in., 2008) i stanowi ponad 50% światowych zasobów białka paszowego (Kohlmeier, 1990). Z ponad 2,1 mln ton importowanej do Polski poekstrakcyjnej śruty sojowej około 60% przeznaczone jest do produkcji mieszanek paszowych do żywienia drobiu, głównie brojlerów (Brzóska, 2009a, b).

Leeson i Atteh (1996) ekstrudowali całe i śrutowane nasiona soi w 80°, 100°, 120° i 140°C i włączali do diet dla kurcząt brojlerów w ilości 30% w czasie 3-tygodniowego doświadczenia żywieniowego. Nie stwierdzono wpływu temperatury ekstruzji na masę ciała, wykorzystanie paszy i śmiertelność kurcząt. Nie stwierdzono również wpływu ekstrudowania całych i śrutowanych nasion soi na pobranie paszy, masę ciała i wykorzystanie paszy oraz śmiertelność kurcząt. Wzrost temperatury ekstruzji obniżał aktywność inhibitorów tripsyny. Nie stwierdzono wpływu badanych czynników na retencję N, tłuszczu, Ca, P i poziom energii metabolicznej diety dla kurcząt. W tej pracy makuch sojowy ekstrudowano w temperaturze 130°C, bowiem temperatura wyższa obniżała zawartość aminokwasów, w tym lizyny, w ekstrudowanym makuchu (wyniki autorów niepublikowane). Temperatura ekstruzji 130°C obniżała zawartość inhibitora z poziomu 22–23 mg/g do 2–3 mg/g paszy sojowej, przyjętego za poziom akceptowalny w dietach dla kurcząt brojlerów. Subuh i in. (2002) stwierdzili, że częściowe, a nawet całkowite zastąpienie poekstrakcyjnej śruty sojowej ekstrudowanymi nasionami soi w dietach dla brojlerów nie zwiększa śmiertelności kurcząt, jeśli poziom inhibitora tripsyny nie przekracza dopuszczalnego poziomu 2–3 mg/g paszy.

Foltyn i in. (2013) w badaniach wykonanych na 260 brojlerach kogutkach Ross 308 badali wpływ podawania w diecie ekstrudowanych nasion soi na wzrost, morfologię przewodu pokarmowego, aktywność inhibitora tripsyny w jelicie i rzeczywistą

strawność aminokwasów. W dietach użyto 0, 40, 80, 120 i 160 g/kg ekstrudowanych nasion soi w mieszankach paszowych, podawanych kurczętom od 10. do 38. dnia życia. Poziom 160 g/kg ekstrudowanych nasion soi obniżył istotnie masę ciała do 2093 g (14,3%) w porównaniu z 2443 g w grupie kontrolnej otrzymującej poekstrakcyjną śrutę sojową. Poziom 40, 80, 120 g/kg ekstrudowanych nasion soi w mieszankach paszowych obniżył masę ciała w wartościach względnych odpowiednio o 6,0, 5,5 i 5,5% w porównaniu z grupą kontrolną. Badania morfologiczne przewodu pokarmowego wykazały zmniejszenie długości kosmków i głębokości krypt nabłonka jelitowego. Zwiększała się istotnie aktywność inhibitora tripsyny w treści jelitowej o ponad 80% przy 160 g/kg, przy istotnym wzroście masy trzustki od poziomu 120 g/kg ekstrudowanych nasion soi w wartościach bezwzględnych i względnych.

Wyniki badań przedstawione w tej pracy są w znacznym stopniu zgodne z wynikami opisanymi przez Leeson i Atteha (1996) dotyczącymi ekstrudowanych pełnych nasion soi oraz z przytoczonymi powyżej wynikami badań Foltyna i in. (2013). Użycie 10 i 18% ekstrudowanego makuchu sojowego w dietach w tej pracy, zamiennie za poekstrakcyjną śrutę sojową, obniżyło masę ciała kurcząt odpowiednio o 4,6 i 5,6%, przy nieistotnych różnicach w porównaniu z grupą brojlerów otrzymujących śrutę sojową. Bezwzględne różnice w masie brojlerów wynosiły około 121–147 g/szt., przez co przy większej ilości ptaków ujemny wpływ ekstrudowanego makuchu na masę brojlerów mógł być istotny. Pełne zastąpienie komercyjnej śruty sojowej w mieszankach paszowych, przy zawartości średnio dla paszy starter i grower 39% makuchu w dietach skutkowało istotnym obniżeniem masy ciała kurcząt o 7,7%. Powyższe dane wskazują, że stosowanie ekstrudowanych nasion soi o zmniejszonej zawartości tłuszczu do 8–9% daje gorsze wyniki chowu broilerów niż użycie poekstrakcyjnej śruty sojowej, a optymalny ich poziom w mieszankach paszowych dla brojlerów nie powinien przekraczać 10%. Wartości dla ekstrudowanych pełnych nasion soi podają ich maksymalny udział w mieszankach dla brojlerów na poziomie 18% mieszanek paszowych. Skarmianie ekstrudowanych pełnych nasion soi ze względu na niższą zawartość białka i aminokwasów w porównaniu z ekstrudowanym makuchem sojowym wymaga użycia większych ilości innych materiałów wysokobiałkowych w mieszankach paszowych, np. drożdży paszowych, suszonego wywaru gorzelnianego lub pasz pochodzenia zwierzęcego w krajach spoza Unii Europejskiej. W naszej pracy był to dodatek drożdży paszowych.

Powell i in. (2011) ekstrudowali makuch sojowy z nasion soi odfuszczonej o zawartości białka ogólnego 471,7 g/kg, osiągając w makuchu zawartość białka na poziomie 449,3 g/kg. Zawartość tłuszczu w obu paszach była podobna jak w tej pracy i wynosiła odpowiednio 19,7 g/kg i 80,8 g/kg, a wartość energetyczna odpowiednio 9,57 MJ ME<sub>n</sub>/kg i 11,16 MJ ME<sub>n</sub>/kg. Ekstrudowany makuch sojowy zawierał mniej aminokwasów od materiału ekstrudowanego w następujących proporcjach: lizyny o 30,6 vs 28,2 g/kg, metioniny 7,0 vs 5,8 g/kg i treoniny 17,8 vs 16,6 g/kg. Obie pasze użyto w 49-dniowym doświadczeniu wzrostowym w ilości wynoszącej odpowiednio 34,51% i 37,66% (starter); 30,93% i 33,76% (grower) oraz 29,05% i 31,71% (finisz). Nie stwierdzono istotnych różnic w masie ciała 49-dniowych kurcząt (2,77 vs 2,75 kg), dobowych przyrostach masy ciała (55,36 vs 55,17 g), spożyciu paszy (100,39 vs 99,08 g/d), przy istotnie gorszym wykorzystaniu paszy w grupie żywio-



nej mieszanką paszową z ekstrudowanym makuchem sojowym. Mimo nieistotnych różnic w masie ciała kurcząt autorzy wykazali niższą rzeczywistą strawność jelitową aminokwasów diety zawierającej ekstrudowany makuch sojowy. W niniejszej pracy potwierdzono nieliczne dotychczas wyniki badań, że pełna zamiana poekstrakcyjnej śruty sojowej na ekstrudowany makuch sojowy istotnie obniża efekt produkcyjny w chowie brojlerów. Masa ciała kogutków kurcząt brojlerów zgodnie z oczekiwaniem w całym okresie chowu była o około 10% wyższa niż kurek, przy istotnie mniejszym spożyciu paszy przez kurki, lecz wyrównanym wykorzystaniu paszy, a także przy wyrównanej śmiertelności kurcząt obu płci w grupach.

### **Spożycie i wykorzystanie paszy.**

W pracy Clarke'a i Wisemana (2007) sugerowano, że depresja wzrostu brojlerów spożywających pasze z dodatkiem ekstrudowanych nasion soi może być wynikiem zwiększenia endogennych strat aminokwasów i spadku jelitowej proteolizy oraz ograniczenia wchłaniania aminokwasów. Prawdopodobny wydaje się również negatywny wpływ innych substancji antyodżywczych termostabilnych, nieulegających dezaktywacji pod wpływem temperatury albo dezaktywowanych częściowo w procesie ekstruzji. Pobranie paszy ograniczały również stabilne termicznie saponiny zawarte w nasionach soi, kiedy poziom ekstrudowanych nasion w mieszankach wynosił 15% (Jenkins i Atwal, 1994).

Zjawisko łaknienia i pobierania paszy u zwierząt jest ściśle związane z malejącym poziomem glukozy we krwi. W naszej pracy stwierdzono istotny wpływ ekstrudowanego makuchu sojowego na obniżenie poziomu glukozy we krwi, jakkolwiek nie wykazano istotnych różnic w spożyciu paszy. W innych badaniach stwierdzono, że inhibitor trypsyny i aktywność ureazy w paszach sojowych skorelowane są z masą ciała i wykorzystaniem paszy (Ruiz i in., 2004). Jedynym dotychczasowym sposobem pozbycia się czynników antyodżywczych i zwiększenia wartości pokarmowej pasz sojowych jest ogrzewanie, w tym ekstruzja (Perilla i in., 1997; Qin i in., 1996; Machado i in., 2008). Opinie co do wpływu ekstrudowanych nasion i makuchu sojowego na spożycie paszy przez kurczęta brojlery są rozbieżne. Wykazano, że czynnikiem ograniczającym są głównie inhibitory proteaz trzustkowych, wpływające na obniżenie pobrania paszy, jakkolwiek mechanizm hamowania pobierania paszy nie został do końca wyjaśniony. Waldrup i Cotton (1974) wnioskowali, że spadek pobrania mieszanki zawierającej ekstrudowane nasiona soi wynikał ze wzrostu gęstości mielonej paszy i zalecali, aby poziom ekstrudowanych nasion soi w dietach ograniczyć do 25%, jeżeli mieszanki podawane były w postaci sypkiej. Leeson i Atteh (1996) wykazali, że ekstruzja w 140°C zwiększyła istotnie pobranie paszy w porównaniu do pozostałych grup. Odmiennie wyniki badań przedstawili Marsman i in. (1997) oraz Nalle i in., (2011) stwierdzając, że ekstrudowane pasze sojowe, w tym makuch sojowy (Powell i in., 2011), obniżały pobranie paszy przez kurczęta brojlery, lecz wpływ ten nie był statystycznie istotny.

Czynnikiem produkcyjnym i ekonomicznym żywienia broilerów jest zużycie paszy na 1 kilogram uzyskanej masy ciała kurcząt. Ruiz i in. (2004) stwierdzili, że częściowe, a nawet całkowite zastąpienie śruty sojowej poekstrakcyjnej w dietach dla brojlerów nie zmniejsza wykorzystania paszy. Foltyn i in. (2013), podając brojlerom

mieszanki paszowe zawierające od 0 do 160 g/kg ekstrudowanych nasion soi, wykazali po 38 dniach chowu pogorszenie wykorzystania paszy, a współczynniki wykorzystania paszy wynosiły odpowiednio 1,69 i 1,90 kg/kg. Marsman i in. (1997) opisali odmienne wyniki. Stwierdzili oni, że ekstruzja istotnie poprawia wykorzystanie paszy i pozorną strawność białka ogólnego oraz węglowodanów nieskrobiowych. Nassiri-Fard i in. (2013) w badaniach wykonanych na kogutkach Ross 308, otrzymujących w dietach 0, 5, 10, 15 i 20% ekstrudowanych nasion soi w miejsce śruty sojowej poekstrakcyjnej od 11. do 42. dnia chowu wykazali istotne zmniejszenie spożycia i wykorzystania paszy. Przytoczone wyniki badań dają rozbieżny obraz, jakkolwiek większość badań, również zamieszczona w niniejszej pracy, wskazała, że zamiana poekstrakcyjnej śruty sojowej na ekstrudowany makuch sojowy pogarsza wskaźnik wykorzystania paszy, przy braku różnic istotnych pomiędzy grupami brojlerów.

### **Jakość tuszek i skład chemiczny mięśni piersiowych oraz mięśni nóg**

W produkcji brojlerów ekonomiczne znaczenie posiada masa mięśni piersiowych w stosunku do masy tuszki (Renden i in., 1994). Mięśnie piersiowe stanowią 30% całkowitego mięsa jadalnego tuszki i 60% jadalnego białka tuszki (Summers i Leeson, 1985). Szacowane zapotrzebowanie lizyny na wzrost mięśnia piersiowego kurcząt do 2 tygodni wynosi  $1,32 \pm 0,01\%$  (NRC, 1994). Jakkolwiek poziom lizyny w mieszankach paszowych był wyrównany, powodem gorszych wyników wzrostu brojlerów w grupach doświadczalnych mógł być niższy poziom strawnej lizyny w dietach.

Na wydajność rzeźną i jakość poubojową kurcząt brojlerów wpływa wiele czynników, zarówno genetycznych, jak środowiskowych, w tym skład diety, jej postać fizyczna, a także wiek uboju kurcząt. Aminokwasami limitującymi wartość biologiczną diety dla kurcząt są metionina i lizyna. Obserwowano istotny wzrost masy mięśni piersiowych brojlerów pod wpływem dodatku lizyny do paszy (Mushtag i in., 2007). Różne warunki, w których żywiono brojlery, sprawiają, że wyniki dotyczące jakości tuszek i ich umięśnienia są rozbieżne. Todorov i in. (1999) nie stwierdzili istotnego wpływu 20% ekstrudowanych nasion soi w mieszance paszowej na masę tuszki, masę mięśni piersiowych i organów wewnętrznych kurcząt brojlerów. Sabuh i in. (2002) wykazali, że zastosowanie 34% ekstrudowanych pełnych nasion soi w diecie nie wpływało na masę tuszki brojlerów, natomiast Kidd i in. (1998) stwierdzili obniżenie masy mięśni piersiowych w fazie starterowej chowu brojlerów, przy zmniejszonym pobraniu paszy. W innych badaniach stwierdzono, że ekstrudowany makuch sojowy obniżał masę mięśni piersiowych (Powell i in., 2011). Podobne wyniki uzyskano w badaniach własnych. Nieistotny spadek udziału mięśni piersiowych w tuszkach brojlerów mógł wynikać z ograniczonej strawności aminokwasów niezbędnych do syntezy białek zawartych w diecie kurcząt grup doświadczalnych w porównaniu do diety kurcząt kontrolnych. Wykazano, że lizyna jest pierwszym aminokwasem limitującym wzrost mięśni brojlerów (Leeson i Summers, 2001). Ograniczenie dostępności aminokwasów w diecie może skutkować słabszą syntezą białek w mięśniach i osłabieniem ich wzrostu. Z drugiej strony obniżenie poziomu białka ogólnego i aminokwasów w diecie skutkuje istotnym wzrostem zawartości tłuszczu zapasowego.

Wyniki analizy składu tuszek kurcząt brojlerów żywionych dietami zawierającymi ekstrudowane nasiona soi wskazują na malejącą zawartość tłuszczu zapasowego

w tuszkach, w porównaniu do efektów uzyskanych przy skarmianiu diet kontrolnych. Poziom tłuszczu surowego w mieszankach paszowych różnił się w niewielkich granicach, natomiast ilość oleju sojowego dodanego do mieszanek zwiększała się w grupach doświadczalnych. Nie wiemy, jak temperatura i proces ekstruzji wpływają na poziom i aktywność enzymów lipazy i lipooksydazy, uznawanych za substancje antyodżywcze w nasionach soi, a które są obecne zarówno w ekstrudowanym makuchu, jak i oleju dodanym do mieszanek paszowych. Nie badano strawności tłuszczu surowego, stąd wnioskowanie na podstawie posiadanych danych nie jest uprawnione. U ptaków kwasy tłuszczowe syntetyzowane są w wątrobie i transportowane za pośrednictwem lipoprotein niskiej gęstości (LDL) lub chylomikronów do tkanek gromadzących tłuszcz zapasowy jako trójglicerydy (Hermier, 1997). Mirghelenj (2013) stwierdził, że ilość tłuszczu zapasowego w procentach masy ciała ptaków obniżała się liniowo wraz ze wzrostem ekstrudowanych pełnych nasion soi w dietach kurcząt ubijanych w wieku 42 dni, co potwierdziły wyniki uzyskane w naszej pracy. Potwierdzają to również wcześniejsze badania (Alleman i in., 2000; Ciftci i Ceylan, 2004). W świetle przytoczonych badań wydaje się możliwe obniżone przyswajanie kwasów tłuszczowych diet doświadczalnych brojlerów, co mogło wpływać na obniżoną depozycję tłuszczu zapasowego u brojlerów, a także niższy poziom glukozy i trójglicerydów w osoczu krwi brojlerów w grupie o najwyższym udziale ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszance paszowej stwierdzone w tej pracy.

Wyniki badań wykazały, że skład chemiczny mięśni piersiowych nie podlega wpływowi rodzaju pasz sojowych w dietach, a także płci kurcząt, z wyjątkiem istotnie wyższej zawartości tłuszczu w mięśniach piersiowych kurek. Gromadzenie tłuszczu przez kurki w większych ilościach było wynikiem odmiennego systemu hormonalnego samic i w mniejszym stopniu zależało od czynników żywieniowych (Faud i El-Senousey, 2013). Stwierdzono istotny wpływ ekstrudowanego makuchu sojowego zawartego w dietach dla kurcząt na zwiększenie zawartości tłuszczu surowego w mięśniach nogi. Wyniki tych badań nie znajdują potwierdzenia w piśmiennictwie dotyczącym wpływu pasz sojowych na skład chemiczny mięśni tuszek brojlerów.

### **Wskaźniki osocza krwi**

Nassiri-Fard i in. (2013) wykazali, że podawanie kogutkom Ross 308 diet zawierających ekstrudowane nasiona soi istotnie zwiększa poziom lipoprotein wysokiej gęstości (HDL) i trójglicerydów w surowicy krwi. Hermier i Dillon (1992) we wcześniejszych badaniach stwierdzili, że koncentracja lipoprotein w surowicy krwi zmienia się wraz z ilością tłuszczu pokarmowego. W innych badaniach stwierdzono, że frakcje włókna zawarte w nasionach soi są ważnym czynnikiem obniżającym poziom cholesterolu w surowicy krwi (Uberoi i in., 1992). Sugeruje się, że białka pełnych nasion soi obniżają metabolizm cholesterolu w wątrobie poprzez zwiększone usuwanie cholesterolu niskocząsteczkowego LDL z krwi (Sirtori i in., 1995).

Cholesterol jest prekursorem hormonów sterydowych i soli żółciowych. Jego poziom zależy od warunków środowiskowych, żywienia i otluszczenia brojlerów (Itoh i in., 1998). Cholesterol całkowity i poziom trójglicerydów w osoczu krwi w tej pracy istotnie zwiększał się przy poziomie 10 i 18% ekstrudowanego makuchu sojowego w diecie brojlerów, zaś przy zawartości 39% znacząco malał. Hermier i Dillon (1992)

wykazali, że skład lipoprotein surowicy krwi można zmieniać poprzez rodzaj tłuszczu diety kurcząt. Wykazano, że poziom lipoprotein niskiej gęstości (LDL) u kurcząt obniża olej sojowy zawarty w diecie, który zawiera dużo kwasów tłuszczowych nienasyconych, a wątroba przekształca je do ketonów zamiast lipoprotein niskiej gęstości LDL lub trójglicerydów (Nitsan i in., 1997). Inna z teorii informuje, że białka nasion soi obniżają metabolizm cholesterolu w wątrobie poprzez usuwanie LDL i cholesterolu całkowitego z organizmu ptaków (Sirtori i in., 1995).

Wyniki badań wskaźników biochemicznych osocza krwi w tej rozprawie potwierdzają wcześniejsze dane (Nassiri-Fard i in., 2013; Anderson i in., 1995; Sirtori i in., 1995), jakkolwiek nie są one jednoznaczne. Ekstrudowany makuch sojowy istotnie obniżył wszystkie badane parametry osocza krwi, w tym glukozy, białka, trójglicerydów i lipoprotein, szczególnie przy najwyższej zawartości ekstrudowanego makuchu sojowego w dietach. Wyniki te wskazują, że ekstrudowany makuch sojowy, przewyższający kilkukrotnie zawartość tłuszczu surowego w śrucie sojowej, może istotnie wpływać na metabolizm składników energetycznych diety brojlerów, w tym glukozy, a szczególnie lipidów. Nie można wykluczyć, iż malejący poziom lipoprotein w osoczu kurcząt brojlerów grup doświadczalnych był efektem obecności oleju sojowego dodanego do mieszanek paszowych w tych grupach, co potwierdzałoby wyniki innych badań (Nitsan i in., 1997).

### **Strawność jelitowa białka i aminokwasów**

Na strawność jelitową materiałów paszowych u kurcząt brojlerów wpływa wiele czynników, w tym wiek kurcząt i rozwój przewodu pokarmowego, struktura fizyczna diety, rodzaj białka, rodzaj i poziom włókna oraz proporcja włókna do skrobi, obecność polisacharydów nieskrobiowych w diecie, czynniki antyodżywcze, sposób i temperatura przetwarzania, wydalanie endogenne oraz wzajemne zależności w absorpcji poszczególnych aminokwasów, a także stosowanie dodatku do mieszanek paszowych krystalicznej lizyny i metioniny. Wykazano, że wyższa strawność aminokwasów diety wpływa na szybszy wzrost ptaków. Duża zmienność współczynników strawności dla poszczególnych aminokwasów zależy od pochodzenia próbek pasz sojowych (Clarke i Wiseman, 2007; De Coca-Sinova i in., 2010). Kim i Corzo (2012) wykazali, że rzeczywista strawność jelitowa aminokwasów u brojlerów zależy od linii, wieku i płci kurcząt. Na strawność aminokwasów pasz sojowych wpływa ich geograficzne pochodzenie. De Coca-Sinova i in. (2008), porównując pozorną jelitową strawność aminokwasów śruty sojowej poekstrakcyjnej pochodzącej z trzech różnych źródeł (USA, Brazylia, Argentyna) w żywieniu brojlerów, wykazali, że wartości te dla lizyny mieściły się w przedziale od 77,8 do 85,1% i były najwyższe dla paszy z USA. Nie prowadzono badań nad strawnością pełnych nasion soi i nasion ekstrudowanych pochodzących z różnych stref geograficznych. Zalecenia żywienia drobiu i tabele wartości pokarmowej pasz (Smulikowska i Rutkowski, 2005) nie zawierają informacji o jelitowej strawności aminokwasów ekstrudowanych nasion i ekstrudowanego makuchu sojowego. Frikha i in. (2012) stwierdzili, że rzeczywista strawność jelitowa u kurcząt określana dla 22 komercyjnych próbek śruty sojowej poekstrakcyjnej z trzech krajów mieściła się w zakresie 89,1 do 94,0% (Thakur i Hurburgh, 2007; De Cova-Sinova i in., 2010). W przedstawionej rozprawie pozorna strawność jelito-

wa białka ogólnego paszy zawierającej poekstrakcyjną śrutę sojową wynosiła 87%. Zamiana pasz sojowych w dietach na ekstrudowany makuch sojowy obniżyła strawność do 85–86% w pierwszej (10% makuchu) i drugiej grupie doświadczalnej (18% makuchu). Pełna zamiana pasz sojowych obniżyła strawność białka diety brojlerów w trzeciej grupie do 83% (39% makuchu). Na podstawie badań sugerowano, że różnice w zawartości i strawności białka ogólnego diet zawierających pasz sojowe mogły wynikać z zawartości substancji antyżywniowych (Opapeju i in., 2006; Gonzáles-Vega i in., 2011). Stwierdzono, że rzeczywista strawność jelitowa aminokwasów (SID) oznaczona na kurczętach dla pasz przetwarzanych termicznie, poddanych procesom technologicznym jak toastowanie czy suszenie, jest niższa niż aminokwasów ziarna zbóż (Szczurek, 2009), co wskazywałoby, że wysoka temperatura obniża strawność aminokwasów, głównie z powodu reakcji Maillarda.

W badaniach Foltyna i in. (2013) zamiana poekstrakcyjnej śruty sojowej na ekstrudowane nasiona soi istotnie obniżyła rzeczywistą strawność jelitową aminokwasów, kiedy poziom ekstrudowanych nasion w dietach osiągnął 8, 12 i 16% mieszanki paszowej. Obniżenie strawności lizyny w wartościach względnych wynosiło odpowiednio 6,8; 6,6 i 7,8%. Badania siedmiu firm paszowych stosujących ekstruzję nasion soi w skali przemysłowej, wykazały duże różnice składu aminokwasowego i wartości pokarmowej pasz zawierających nasiona ekstrudowane w dietach dla drobiu (Karr-Lilienthal i in., 2006). Wynikać to mogło z wielu rozwiązań konstrukcyjnych ekstruderów paszowych i stosowania zróżnicowanych temperatur ekstruzji. Rzeczywisty stopień trawienia białka i aminokwasów określany na przetokowanych kogutach okazał się niższy niż dane prezentowane w tabelach NRC (1994), co zgodne było z wcześniejszymi wynikami Zhanga i Parsonsa (1993).

Strawność rzeczywista aminokwasów ekstrudowanego makuchu sojowego w badaniach, które przeprowadzili Powella i in. (2011), oznaczana na dorosłych przetokowanych kogutach kształtowała się na poziomie: lizyna – 86,6; metionina – 83,5; walina – 87,4; izoleucyna – 85,5; leucyna – 86,5% i była znacznie niższa od oznaczonej dla ekstrudowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej. Wyniki badań przedstawione w naszej pracy potwierdzają dane Powella i in. (2011). Wartości wskaźników pozornej strawności jelitowej w naszej pracy były wyższe niż w cytowanej pracy, jakkolwiek tendencję zmniejszania się strawności aminokwasów stwierdzono we wszystkich grupach doświadczalnych, a poziom istotny przyjmowały one przy najwyższym poziomie ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszankach paszowych. Wykazano, że zawartość poniżej 10% ekstrudowanego makuchu sojowego w mieszankach paszowych jest poziomem granicznym ze względu na strawność jelitową aminokwasów.

Oprócz opisanych powyżej wyników uzyskano również rezultaty odmienne. Pozytywny wpływ ekstruzji nasion soi na strawność aminokwasów potwierdzono w badaniach Ruiza i in. (2004). Wykazali oni, że w miarę wzrostu temperatury ekstruzji mokrej, strawność aminokwasów rosła, co wskazywało na postępującą destrukcję inhibitora trypsyny i innych czynników antyżywniowych, które mogą ograniczać absorpcję aminokwasów. Własne wyniki są bliższe danym uzyskanym przez Zhanga i Parsonsa (1993) dla pełnych ekstrudowanych nasion soi stwierdzających, że zamiana śruty sojowej na ekstrudowane nasiona sojowe w mieszankach paszowych dla



kurcząt brojlerów obniża pozorną jelitową strawność białka i aminokwasów, co może skutkować obniżonym tempem wzrostu brojlerów.

Reasumując, można stwierdzić, że zamiana komercyjnej poekstrakcyjnej śrutu sojowej na ekstrudowany makuch sojowy otrzymany z nasion soi niezmodyfikowanej genetycznie z upraw krajowych, o zawartości 369,9 g/kg białka ogólnego i 84,7 g/kg tłuszczu surowego/kg, stosowany w ilości 10, 18 i 40% poekstrakcyjnej śrutu sojowej (co oznacza zastępstwo 25, 50 i 100% białka paszy) obniża masę ciała 42-dniowych brojlerów, istotnie przy pełnej zamianie obu pasz sojowych w diecie. Zamiana pasz sojowych na poziomie 25 i 50% białka diety (10 i 18% mieszanek paszowych) obniża również masę ciała brojlerów, jakkolwiek na poziomie nieistotnym. Niższej masie brojlerów i tuszek odpowiada mniejsza masa mięśni i ich udział w tuszkach. Za przyczynę opisanych skutków zamiany pasz sojowych w dietach dla brojlerów można uznać ujemny wpływ ekstrudowanego makuchu sojowego na jelitową strawność aminokwasów, w tym lizyny.

#### Piśmiennictwo

- Alleman F., Michel J., Chagneau A.M., Leclercq B. (2000). The effect of dietary protein independent of essential amino acids on growth and body composition in genetically lean and fat chickens. *Br. Poultry Sci.*, 41: 214–218.
- Alsafli Z.A., Al-Saadi M.A., Subuh A.M. (2015). Effect of using extruded full-fat soybean on performance and carcass characteristics in female turkeys. *Asian J. Anim. Sci.*, 9: 198–207.
- Anderson J.W., Johnstone B.M., Cook-Newell M.E. (1995). Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. *N. Engl. Med.*, 333: 276–282.
- Brzóska F. (2009a). Czy istnieje możliwość substytucji białka GMO innymi surowcami białkowymi (Część I). *Wiad. Zoot.*, 1: 3–9.
- Brzóska F. (2009b). Czy istnieje możliwość substytucji białka GMO innymi surowcami białkowymi (Część II). *Wiad. Zoot.*, 2, 1: 3–11.
- Buraczewska L. (1991). Inhibitory enzymów, taniny, oligosacharydy i fitiny w nasionach roślin strączkowych – problemy przedstawione na seminarium w Holandii w 1988 roku. *Post. Nauk. Roln.*, 3: 121–127.
- Ciftci J., Ceylan I.R. (2004). Effects of dietary threonine and crude protein on growth performance, carcass and meat composition of broiler chickens. *Br. Poultry Sci.* 45: 280–289.
- Clarke E., Wiseman J. (2007). Effect of extrusion condition on trypsin inhibitor activity of full fat soybeans and subsequent effect on their nutritional value for young broilers. *Br. Poultry Sci.*, 48: 703–712.
- De Coca-Sinova A., Valencia D.G., Jiménez-Moreno E., Lázaro R., Mateos G.G. (2008). Apparent ileal digestibility of energy, nitrogen, and amino acids of soybean meals of different origin in broilers. *Poultry Sci.*, 87: 2613–2623.
- De Coca-Sinova A., Jiménez-Moreno E., González-Alvarado J.M., Frikha M., Lázaro R., Mateos G.G. (2010). Influence of source of soybean meal and lysine content of the diet on performance and total tract apparent retention of nutrients in broilers from 1 to 36 days age. *Poultry Sci.*, 89: 1440–1450.
- Douglas M.W., Parsons C.M., Hymovitz T. (1999). Nutritional evaluation of lectin-free soybeans for poultry. *Poultry Sci.*, 78: 91–95.
- Faud A.M., El-Senousey H.K. (2013). Nutritional factors affecting abdominal fat deposition in poultry: A review. *Asian-Austral. J. Anim. Sci.*, 27 (7): 1057–1068.
- Foltyn M., Rada V., Lichovniková M. (2012). The effect of graded level extruded full-fat soybean in diets for broiler on apparent ileal amino acids digestibility. Report of Mendel Net., pp. 248–253.



- Foltyn M., Rada V., Lichovnicková M., Šafařík I., Lohniský A., Hampel D. (2013). Effect of extruded full-fat soybeans on performance, amino acid digestibility, trypsin activity, and intestinal morphology in broilers. *Czech. J. Anim. Sci.*, 58 (10): 47–478.
- Frikha M., Serrano M.P., Valencia D.G., Reboillar P.G., Ficker J., Mateos G.G. (2012). Correlation between ileal digestibility of amino acids and chemical composition of soybean meals in broilers at 21 days of age. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 178: 103–114.
- González-Vega J.C., Kim B.G., Htoo J.K., Lemme A., Stein H.H. (2011). Amino acid digestibility in heated soybean meal fed to growing pigs. *J. Anim. Sci.*, 89: 3617–3625.
- Hermier D. (1997). Lipoprotein metabolism and fattening in poultry. *J. Nutr.* 127: 805–808.
- Hermier D., Dillon J.C. (1992). Characterization of dietary-induced hypercholesterolemia in the chickens. *Biochim. Biophys. Acta (BBA) Lipids Lipid Metab.*, 1124: 178–184.
- Hsiao H.Y., Anderson D.M., Dale N.M. (2006). Levels of  $\beta$ -mannan in soybean meal. *Poultry Sci.*, 85: 1430–1432.
- Itoh N., Makita T., Koiwa M. (1998). Characteristics of blood chemical parameters in male and female quails. *J. Vet. Med. Sci.*, 60: 1035–1037.
- Jahanian R., Rasouli E. (2016). Effect of extrusion processing of soybean meal on ileal amino acid digestibility and growth performance of broiler chicks. *Poultry Sci.*, 95: 2871–2878.
- Jenkins K.J., Atwal A.A. (1994). Effects of dietary saponins on faecal bile acids and neutral sterols, and availability of vitamins A and E in the chicks. *J. Nutr. Biochem.*, 5: 134–137.
- Kadim I.T., Moughan P.J. (1997). Development of an ileal amino acid digestibility assay for the growing chicken – effects of time after feeding and site of sampling. *Br. Poultry Sci.*, 38: 89–95.
- Karr-Lilienthal I.K., Bauer L.L., Utterback P.L., Zinn K.E., Frazier R.L., Parsons C.M., Fahej Jr. G.C. (2006). Chemical composition and nutritional quality of soybean meals prepared by extruded/expeller processing for use in poultry diets. *J. Agric. Food Chem.*, 54: 8108–8114.
- Kidd M.T., Ker B.J., Halpin K.M., McWard G.W., Quarles C.L. (1998). Lysine levels in starter and grower-finisher diets affect broiler performance and carcass traits. *J. Appl. Poultry Res.*, 7: 351–358.
- Kim E.J., Corzo A. (2012). Interactive effects of age, sex, and strain on apparent ileal amino acid digestibility of soybean meal and an animal by-product blend in broilers. *Poultry Sci.*, 91: 908–917.
- Kohlmeier R.H. (1990). World production, storage and utilization various defatted animal and vegetable mid-high protein meals. Page 390 in *World Conf. Edible Fats Oils Processing-Basic Principles and Modern Practices*. Erickson D.R., ed. Am. Oil Chem. Soc., Champaign, IL, USA.
- Leeson S., Atteh J.O. (1996). Response of broiler chicks to dietary full-fat soybeans extruded at different temperatures prior to or after grinding. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57: 239–245.
- Leeson S., Summers J.D. (2001). Naturally occurring toxins relevant to poultry nutrition. In: *Scott's Nutrition of the Chicken*, 4th ed. University Books, Guelph, Canada, pp. 544–586.
- Machado F.P.P., Queiroz J.H., Oliveira M.G.A., Piovesan N.D., Peluzio M.C.G., Costa N.M.B., Moreira M.A. (2008). Effect of heating on protein quality of soybean flour devoid of Kunitz inhibitor and lectin. *Food Chem.*, 107: 649–655.
- Markowski J., Korol W. (2006). Informacje o wynikach badań GMO wykrywanych w KLP Szczecin w ramach Krajowego Planu Kontroli Pasz. *Pasz. Przemysłowe*, 1: 25–30.
- Marsman G.J.P., Gruppen H., der Poel A.F.B., Kwakkel R.P., Versteegen M.W.A., Vorgen A.G.J. (1997). The effect of thermal processing and enzyme treatments of soybean meal on growth performance, ileal nutrient digestibilities, and chyme characteristics in broiler chicks. *Poultry Sci.*, 76: 864–872.
- Mirghelenj S.A., Golian A., Kermanshahi H., Raji A.R. (2013). Nutrition value of wet extruded full-fat soybean and its effects on broiler chicken performance. *J. Appl. Poultry Res.*, 22: 410–422.
- Mushtag T., Sarwar M., Ahmad G., Mirza M.A., Nawaz H., Mushtag H.M.M., Noreen U. (2007). Influence of canola meal-based diets supplemented with exogenous enzyme and digestible lysine on performance, digestibility, carcass, and immunity responses of broiler chickens. *Poultry Sci.*, 86: 2144–2151.
- Nalle C.L., Ravindran G., Ravindran V. (2011). Extrusion of peas (*Pisum sativum* L.). Effects on the apparent metabolisable energy and ileal nutrient digestibility of broilers. *Am. J. Anim. Vet. Sci.*, 6: 25–30.

- Nassiri-Fard H., Shahryar H.A., Khani A.H. (2013). Effect of replacement of soybean meal with extruded full-fat soybean on performance and lipid serum in broiler. *Adv. Biores.*, 4 (4): 121–124.
- Nitsan Z., Dvorin A., Zoref Z., Mokady S. (1997). Effect of added soybean oil and dietary energy on metabolisable and net energy of broiler diets. *Br. Poultry Sci.*, 38: 101–106.
- Opapeju F.O., Golian A., Nyachoti C.M., Campbell L.D. (2006). Amino acid digestibility in dry extruded-expelled soybean meal fed to pigs and poultry. *J. Anim. Sci.*, 84: 1130–1137.
- Parsons C.M., Zhang Y., Araba M. (2000). Nutritional evaluation of soybean meals varying in oligosaccharide content. *Poultry Sci.*, 79: 1127–1131.
- Perez-Maldonado R.A., Mannion P.F., Farell D.J. (2003). Effect of heat treatment of the nutritive value of raw soybean selected for low trypsin inhibitor activity. *Br. Poultry Sci.*, 44: 299–308.
- Perilla N.S., Cruz M.P., De Belalcázar F., Diaz G.J. (1997). Effect of temperature of wet extrusion on the nutritional value of full-fat soybeans for broiler chickens. *Br. Poultry Sci.*, 38: 412–416.
- Powell S., Naranjo V.D., Lauzon D., Bidner T.D., Southern L.L., Parsons C.M. (2011). Evaluation of an expeller-extruded soybean meal for broiler. *J. Appl. Poult. Res.*, 20: 353–360.
- Qin G., Ter Elst E.R., Bosch M.W., van der Poel A.F.B. (1996). Thermal processing of whole soya beans: studies on the inactivation of antinutritional factors and effects on ileal digestibility in piglets. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57: 313–324.
- Rocha C., Duran J.F., Barrilli L.N.E., Dahlke F., Maiorka P., Maiorka A. (2014). The effect of raw and roasted soybeans on intestinal health, diet digestibility, and pancreas weight of broilers. *J. Appl. Poultry Res.*, 23: 71–79.
- Ruiz N., de Belalcázar F., Diaz G.J. (2004). Quality control parameters for commercial full-fat soybeans processed by two different methods and fed to broilers. *J. Appl. Poultry Res.*, 13: 443–450.
- Saha D.C., Gilbreath R.L. (1991). Analytical recovery of chromium from diet and feces determined by colorimetry and atomic absorption spectrophotometry. *J. Sci. Food Agr.*, 55: 433–446.
- Sirtori C.R., Lovati M.R., Manzoni C., Gianazza E., Biondioli A., Staels B., Auwers J. (1995). Reduction of serum cholesterol by soy proteins. *Nutr. Metabol. Cardiovasc. Dis.*, 8: 334–340.
- Smulikowska S., Rutkowski A. (2005). Zalecenia żywienia drobiu. Tabele wartości pokarmowej pasz. Wyd.: Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN, Jabłonna.
- Subuh A.M.H., Motl M.A., Fritts C.A., Waldroup P.W. (2002). Use of various rations of unextracted full fat soybean meal and dehulled solvent extracted soybean meal in broiler diets. *Int. J. Poultry Sci.*, 1: 9–12.
- Summers J.D., Leeson S. (1985). *Poultry Nutrition Handbook*. University of Guelph, Guelph, Ont.
- Szczurek W. (2009). Standardized ileal digestibility of amino acids from several cereal grains and protein-rich feedstuffs in broiler chickens at the age of 30 days. *J. Anim. Feed Sci.*, 18: 662–676.
- Śliwa J., Zając T., Oleksy A., Klimek-Kopyra A., Lorenc-Kozik A., Kulig B. (2015). Comparison of the development and productivity of soybean (*Glycine max* (L.) MERR.) cultivated in western Poland. *Acta Sci. Pol. Agricultura*, 14 (4): 1–15.
- Thakur M., Hurburgh C.R. (2007). Quality of US soybean meal compared to the quality of soybean meal from other origins. *Am. Oil Chem. Soc.*, 84: 835–843.
- Todorov N., Gieorgieva V., Mitev J., Djovinov D. (1999). Extruded full fat soybeans as an ingredient for dietary formulation for broiler chickens. *Bulgarian J. Agric. Sci.*, 5: 443–448.
- Uberoi S.K., Vadhera S., Soni G.L. (1992). Role of diet fiber from pulses and cereals as hypocholesterolemic and hypolipidemic agent. *J. Food Sci. Technol.*, 29: 281–283.
- Ustawa Paszowa (2006). Prawo paszowe. Ustawa z dnia 22 lipca 2006 r. (Dz. U. 2014, poz. 398).
- Waldroup P.W., Cotton T.L. (1974). Maximum usage level of cooked full-fat soybean in all-mash broiler diets. *Poultry Sci.*, 53: 677–680.
- Zgłobica A., Różycka B. (1972). Procedura analizy tuszek kurcząt. Wyd. Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa. V: 72–85.
- Zhaleh S., Golian A., Hassanabadi A., Mirghelenj S.A. (2012). Main and interaction effects of extrusion temperature and usage level of full fat soybean on performance and blood metabolites of broiler chickens. *Afric. J. Biotechnol.*, 11 (87): 15380–15386.

Zhang Y., Parsons C.M. (1993). Effect of extrusion and expelling on the nutritional quality of conventional and Kunitz trypsin inhibitor-free soybean. *Poultry Sci.*, 72: 2299–3002.

Zatwierdzono do druku 7 VIII 2018

JÓZEF ŚLIWA, FRANCISZEK BRZÓSKA

**Effect of diets with non-GM soybean expeller on body weight, carcass quality and amino acid digestibility in broiler chickens**

SUMMARY

A feeding trial with 640 sexed Ross 308 chickens (exp. 1) investigated the effect of replacing commercial soybean meal in the diets (control group) with non-GM soybean expeller (cv. Merlin, Saatbau Linz) at 10, 18 and 39% of the diet (experimental groups), which corresponded to 25%, 50% and 100% replacement of standard soybean meal. Apparent ileal amino acid digestibility of the four diets was determined in 320 Ross 308 cockerels aged 2-4 weeks, which were fed same diets as in experiment 1 (exp. 2).

Replacement of the soybean feed in the diets significantly ( $P < 0.05$ ) reduced the body weight of the chickens, from 2609 g (control group) to 2488.3, 2461.8 and 2408.6 g/bird in the experimental groups. Mortality in the first experimental group (2.5%) was significantly higher than in the control group ( $P < 0.05$ ), while the other experimental groups did not differ from the control group. No significant differences were observed in feed intake and feed conversion between the broiler groups. Feed conversion was 1.64 (control group) and 1.68, 1.72 and 1.73 kg/kg body weight in the experimental groups, respectively. There were no significant differences in dressing percentage between the broilers. The replacement of the commercial soybean meal with soybean expeller in the diets has significantly decreased the absolute and relative weights of breast muscles ( $P < 0.05$ ). No significant differences were found between the broiler groups in the absolute and relative weights of the heart, gizzard, liver and abdominal fat. Carcass weight and muscle weight were significantly higher in cockerels, and abdominal fat weight higher in pullets ( $P < 0.05$ ). No significant differences were observed in chemical composition of breast muscles, while significantly higher dry matter and crude fat content was noted in leg muscles when the diets contained 18 and 39.0% expeller, respectively ( $P < 0.05$ ). Crude fat content in breast muscles was significantly higher in pullets than in cockerels ( $P < 0.05$ ).

Complete replacement of both feeds in the diets significantly reduced the content of glucose, triglycerides, protein and total cholesterol in the plasma of chickens ( $P < 0.05$ ). There were no differences in the content of plasma high-density lipoproteins (HDL) in broilers.

The 39% expeller diet significantly reduced the apparent ileal digestibility of crude protein from 87 to 83% ( $P < 0.05$ ), with no significant differences between the experimental groups of the chickens. The addition of 10, 18 and 39% soybean expeller to the broiler diets reduced the ileal digestibility of most essential and non-essential amino acids, and in comparison with the broilers fed soybean meal, the differences were significant for the complete replacement of soybean diets. The ileal digestibility of methionine averaged 93.5% and did not differ between the control group and the experimental groups of broilers. The ileal digestibility of histidine and threonine decreased significantly when the diet contained 18% soybean expeller ( $P < 0.05$ ). The replacement of the commercial soybean meal with 39% soybean expeller significantly reduced the ileal digestibility of most amino acids ( $P < 0.05$ ) except for methionine, aspartic acid and proline.

Key words: soybean expeller, amino acid digestibility, broiler chickens