



**„Soja w województwach kujawsko-pomorskim
i wielkopolskim
- innowacyjne rozwiązania w uprawie
i skarmianiu dla gospodarstw rolnych”**

Umowa nr 00003.DDD.6509.00029.2017.02

Dofinansowanie w ramach PROW 2014-2020, Działanie 16. Współpraca

**Optymalizacja skarmiania nasion soi nGMO w gospodarstwach
rolnych**

Opracowanie: prof. dr hab. inż. Anna Wenda-Piesik, UTP Bydgoszcz
dr hab. inż. Piotr Dorszewski, KPODR Minikowo

Bydgoszcz, 2018/2019



Spis treści

1. WSTĘP.....	4
2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA	6
2.1. Nasiona rodzimych roślin bobowatych grubonasiennych.....	6
2.2. Nasiona soi i produkty sojowe.....	6
2.3. Ekstruzja.....	8
3. CEL BADAŃ	9
4. MATERIAŁ I METODY	10
4.1. Charakterystyka gospodarstw i założenia prac badawczo-rozwojowych	10
4.1.1. ODCHÓW PROSIĄT I WARCHLAKÓW.....	11
4.1.1.1. Gospodarstwo C.....	11
4.1.1.1.1. Lokalizacja	11
4.1.1.1.2. Produkcja zwierzęca	11
4.1.1.1.3. Doświadczenie	11
4.1.1.2. Gospodarstwo D.....	13
4.1.1.2.1. Lokalizacja	13
4.1.1.2.2. Produkcja zwierzęca	13
4.1.1.2.3. Doświadczenie	13
4.1.2. TUCZ	15
4.1.2.1. Gospodarstwo A.....	15
4.1.2.1.1. Lokalizacja	15
4.1.2.1.2. Produkcja zwierzęca	15
4.1.2.1.3. Doświadczenie	15
4.1.2.2. Gospodarstwo B.....	16
4.1.2.2.1. Lokalizacja	16
4.1.2.2.2. Produkcja zwierzęca	16
4.1.2.2.3. Doświadczenie	17
4.1.3. ODCHÓW CIELĄT.....	18
4.1.3.1. Gospodarstwo E.....	18
4.1.3.1.1. Lokalizacja	18
4.1.3.1.2. Produkcja zwierzęca	18
4.1.3.1.3. Doświadczenie	19
4.1.4. EKSTRUZJA.....	20
4.1.4.1. Uszlachetnianie nasion soi.....	20



4.1.5. ANALIZY CHEMICZNE I OBLICZENIA	21
5. WYNIKI I DYSKUSJA	23
5.1. ODCHÓW PROSIĄT I WARCHLAKÓW.....	23
5.1.1. Prosięta odsadzone – gospodarstwo C	23
5.1.2. Warchlaki – gospodarstwo D	25
5.2. TUCZ	28
5.2.1. Tuczniki – gospodarstwa A i B.....	28
5.3. ODCHÓW CIEŁAŁ	34
5.3.1. Cieleta – gospodarstwo E	34
5.4. EKSTRUZJA	37
5.4.1. Jakość pokarmowa i odżywcza ekstrudowanych nasion soi non-GMO	37
6. ZALECENIA ŻYWIENIOWE	45
6.1. Wprowadzenie	45
6.2. Zalecenia	48
6.2.1. Bydło	48
6.2.2. Świnie	49
6.3. Pasza GMO vs non-GMO.....	50
6.4. Podsumowanie	50
7. STRESZCZENIE.....	52
8. SPIS PIŚMIENNICTWA	54



1. WSTĘP

Wycofanie mączek zwierzęcych z diet inwentarza żywego utrzymywanego w celu pozyskania żywności pochodzenia zwierzęcego, spowodowało wzrost udziału w ich żywieniu pasz roślinnych wysokobiałkowych, przede wszystkim poekstrakcyjnej śruty sojowej i rzepakowej. O ile drugi z tych produktów nie budzi zastrzeżeń społecznych odnośnie bezpieczeństwa jego stosowania, to skarmianie produktu sojowego, pochodzącego w większości z odmian soi modyfikowanej genetycznie (GMO) natrafia na opór konsumentów, choć do tej pory nie ma pewnych wyników badań naukowych świadczących o jej niekorzystnym oddziaływaniu na zwierzęta i ludzi. Spośród innych materiałów białkowych ważne miejsce w bilansie pasz powinny zajmować nasiona rodzimych roślin strączkowych – grochu, bobiku, łubinów, peluszkii, a także soi niemodyfikowanej genetycznie (nGMO), której odmiany mogą być uprawiane w Polsce, także w pasie północnym.

Soja jest obecnie jedną z ważniejszych roślin uprawnych na świecie, której wielkość areалу upraw systematycznie zwiększa się. Aktualnie ponad 80% światowego rynku stanowi soja modyfikowana genetycznie (GMO). Do czołowych producentów oraz eksporterów należą Stany Zjednoczone, Brazylia i Argentyna. Europa importuje na pasze rocznie około 12 mln ton soi GMO.

Zapotrzebowanie na surowce wysokobiałkowe do produkcji pasz w Polsce sięga około 1 mln ton białka. Jest ono zaspokajane w 80% przez importowaną poekstrakcyjną śrutę sojową (Hanczakowska i Księżak 2012). Szacuje się, że od 80 do 95% tej paszy pochodzi od roślin GMO (Brzóska 2009a, 2009b, Dzwonkowski 2016), w tym – 98% z odmian linii Roundap Ready (Sieradzki i in. 2006). Pozostałymi materiałami białkowymi są krajowe surowce takie jak: śruta poekstrakcyjna rzepakowa, słonecznikowa (też importowana), makuchy rzepakowe i nasiona roślin strączkowych. Ich znaczenie może wzrosnąć, jeżeli zostanie w Polsce wprowadzony zakaz stosowania pasz z roślin GMO.

W 55-60% w mieszankach paszowych jest stosowana śruta poekstrakcyjna sojowa jako najlepsze źródło białka spośród roślinnych surowców wysokobiałkowych. Śruta poekstrakcyjna sojowa GMO stanowiła 57% zużycia ogółem w Polsce, a w ekwiwalencie białka – 63% wszystkich pasz wysokobiałkowych (Dzwonkowski 2016).



W roku 2015 zużyto w przemyśle paszowym oraz skarmiono w gospodarstwach ponad 3,9 mln. ton pasz białkowych. Jednak w bilansie paszowym 3,5 mln. ton stanowiły śruty poekstrakcyjne z nasion roślin oleistych, co stanowi 87-90% w strukturze zużycia surowców wysokobiałkowych (Dzwonkowski 2016).

Nasiona roślin strączkowych, produkty rzepakowe, mączka rybna nie mogą stanowić alternatywy dla białka sojowego w paszach dla drobiu, lecz mogą zmniejszyć niedobór białka sojowego w diecie ptaków (Brzóska 2009a). W przypadku świń, ograniczenie takie jest mniejsze, ze względu na możliwość stosowania większych ilości rodzimych pasz wysokobiałkowych. Z analizy zależności między wielkością zużycia materiałów wysokobiałkowych a wielkością produkcji mięsa drobiowego i jaj, koncentracją trzody chlewnej (mierzoną wielkością przeciętnego stada) oraz wydajnością mleczną wynika, że jest ona dodatnia i istotna statystycznie. Współczynniki korelacji (r) przy poziomie istotności $\alpha = 0,05$ były na poziomie odpowiednio: 0,87 i 0,88, 0,83 oraz 0,98 (Dzwonkowski 2016).

Wzrost wydajności krów mlecznych o prawie 55% w ostatnich 15 latach, oprócz przyczyn genetycznych, być może jest także pochodną zwiększania w dawkach ilości białka pochodzącego m.in. ze śruty poekstrakcyjnej sojowej (Dzwonkowski 2016).

Według Brzóska (2009b) „Zakup niezbędnych dla Polski 1,8-2,0 mln. ton soi tradycyjnej, zważywszy na rosnące zapotrzebowanie na nią w kraju, w ciągu 2-3 najbliższych lat może okazać się nierealny. Przewiduje się, że różnica cen soi GMO i soi tradycyjnej (konwencjonalnej) może wzrosnąć do 20-40% w ciągu 3-4 lat. Szacuje się, że wzrost cen soi tradycyjnej niezmodyfikowanej zwiększyłby koszty produkcji mięsa drobiowego o 10-15% i ceny jaj o około 10-12%.”

Jeżeli pasza nie zawiera powyżej 0,9% genetycznie zmodyfikowanych surowców – zgodnie z Rozporządzeniem (WE) NR 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy, nie jest paszą GMO. Przekroczenie tej wartości obliguje producenta takiej paszy do zadeklarowania, że w danym produkcie została przekroczona wartość normatywna. Musi także podać, jakiego materiału genetycznie zmodyfikowanego użyto – np. soi Roundup Ready.



2. PRZEGLĄD PIŚMIENNICTWA

2.1. Nasiona rodzimych roślin bobowatych grubonasiennych

W Polsce w latach 2014-2016 udział w mieszankach paszowych nasion rodzimych roślin strączkowych wynosił tylko około 12% w masie produktu oraz około 9% w ekwiwalencie białka, mimo wprowadzenia dodatkowych płatności obszarowych, co spowodowało wzrost upraw roślin strączkowych. W latach 2015-2016 prawie połowa produkcji nasion roślin strączkowych została wyeksportowana – wyprodukowano 1956 tys. ton, a eksport netto wyniósł 819 tys. ton (Dzwonkowski 2016).

Nasiona rodzimych roślin strączkowych zawierające dużo włókna surowego oraz liczne substancje bioaktywne o charakterze antyżywniowym, nie są chętnie stosowane w żywieniu zwierząt monogastrycznych, a szczególnie poligastrycznych, w tym zwłaszcza krów dojnych o wysokiej wydajności mlecznej. Dopuszczalny maksymalny udział np. nasion grochu w mieszankach dla drobiu rzeźnego wynosi 6-10%, dla kur nieśnych – 15%, dla tuczników – 15-20%, dla loch i knurów – 10%. Nasiona bobiku można skarmiać w ilości 5-8% w żywieniu brojlerów oraz 15% – tuczników. Nasiona łubinów w żywieniu zwierząt monogastrycznych powinny pochodzić z odmian słodkich. Maksymalny udział nasion roślin strączkowych w żywieniu przeżuwaczy wynosi 35% (Brzóska 2009b). Zaleca się także skarmianie mieszanek nasion roślin strączkowych z makuchem rzepakowym (Hanczakowska i Księżak 2012).

2.2. Nasiona soi i produkty sojowe

Nasiona soi zawierają 18-22% oleju bogatego w nienasycone kwasy tłuszczowe (NKT) oraz 33-45% białka ogólnego o bardzo dobrym składzie aminokwasowym. Jednak jej nasiona zawierają także substancje bioaktywne o charakterze antyżywniowym, które nie występują w toastowanej poekstrakcyjnej śrucie sojowej, gdyż ten zabieg termiczny je dezaktywuje.

Ekstrudowane pełnotłuste nasiona soi są bogatym źródłem białka i tłuszczu. Są paszą białkowo-energetyczną. Z nich pozyskiwany jest także olej sojowy służący do wzbogacania mieszanek treściwych w energię, zarówno dla zwierząt monogastrycznych jak i poligastrycznych. Olej ten może być pozyskiwany w gospodarstwach rolnych wyposażonych w tłocznie oleju sojowego (olej tłoczony na zimno). Powstają wówczas dwa produkty: olej sojowy i makuch z ekstrudowanych częściowo odolejonych (odtłuszczonych) nasion soi (Rozporządzenie



Komisji (UE) NR 68/2013 z dnia 16 stycznia 2013 r. w sprawie katalogu materiałów paszowych). Ekstrudując pełne nasiona soi nGMO, w gospodarstwie można pozyskiwać 3 produkty – komponenty dawek lub mieszanek paszowych: ekstrudowane pełne nasiona soi nGMO, olej sojowy nGMO i ekstrudowany makuch sojowy nGMO.

Makuch sojowy zawiera około 5-9% tłuszczu surowego, gdy jego ilość w pełnotłustych nasionach soi wynosi od 18 do 21%. Z 1 tony nasion soi można uzyskać 120-130 kg oleju sojowego oraz 880 kg makuchu sojowego (Brzóska 2017). Olej sojowy jest poszukiwanym produktem, gdyż zawiera niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT), o właściwym udziale kwasów omega-3 i omega-6, potrzebne w diecie człowieka, a także zwierząt. Wprowadzenie do diet inwentarza żywego pasz o charakterze funkcjonalnym (produkty z nasion soi nGMO) pozwoli na wyprodukowanie surowców zwierzęcych również o charakterze żywności funkcjonalnej.

Jednak ze względów fizjologii żywienia należy stosować takie ilości nasion ekstrudowanych z soi nGMO lub makuchu sojowego nGMO bądź oleju sojowego nGMO, aby ich właściwości prozdrowotne zostały wykorzystane w sposób właściwy. Na przykład za dużo tłuszczu łatwo rozkładalnego w żwaczu w dawkach krów mlecznych prowadzi do depresji strawności węglowodanów strukturalnych (celulozy, hemicelulozy), przez co obniża się zawartość tłuszczu w mleku, a nadmiar nienasyconych kwasów tłuszczowych (NKT) może zwiększyć podatność antyoksydacyjną tłuszczu mleka. Jednak ogrzane nasiona soi nie mają wpływu na żwaczowy rozkład włókna surowego, a olej sojowy nie utrudnia syntezy kwasów tłuszczowych (Brzóska 2017).

Zastosowanie komponentów paszowych uzyskanych we własnym gospodarstwie (oleju sojowego nGMO, ekstrudowanych pełnych nasion soi nGMO, makuchu z ekstrudowanych nasion soi nGMO) może przyczynić się do obniżenia kosztów żywienia inwentarza żywego. Ich obniżenie podniesie efektywność produkcji surowców pochodzenia zwierzęcego i obniży koszty produkcji, a dodatkowo – wprowadzenie na rynek produktów nGMO będzie zgodne z oczekiwaniem potencjalnych klientów.



2.3. Ekstruzja

Proces ten jest powszechnie znanym sposobem obróbki barotermicznej surowców roślinnych od lat 60-tych ub. wieku. Ekstruzja sucha została wykorzystana w Stanach Zjednoczonych do uszlachetniania pełnotłustych nasion soi, a najmniejsze ekstrudery o wydajności 200 kg·godz.⁻¹ mogły być napędzane od wałka przekaźnika mocy ciągnika (Grochowicz 1996).

W piśmiennictwie opisywane są wyniki badań nad krajowymi nasionami soi, także podanymi obróbce termicznej (Jaśkiewicz i in. 2010, Biel 2011). Jednak nie były one uszlachetniane za pomocą ekstruderów o małej mocy.

Ekstruzja może zastąpić proces suszenia nasion, co powinno obniżyć koszty produkcji pasz. Ponadto proces ten powoduje odkażenie surowca, gdyż panująca temperatura 120-130 °C przy wylocie z ekstrudera skutecznie niszczy mikroflorę.

Zastosowanie rodzimej soi nGMO jako komponentu mieszanek paszowych powinno spowodować ograniczenie importu poekstrakcyjnej śruty sojowej GMO, zwłaszcza, że rośnie zainteresowanie uprawą soi. Wynika to m.in. ze wzrostu cen śruty poekstrakcyjnej sprowadzanej do Europy i do Polski. Importowana do UE śruta z nasion soi nGMO jest o około 1/3 droższa niż z soi GMO. Wprowadzenie do żywienia zwierząt nasion lub produktów sojowych z nasion nGMO np. makuchu, pozyskanych z własnej produkcji polowej może zwiększyć opłacalność produkcji zwierzęcej.



3. CEL BADAŃ

Celem badań była optymalizacja skarmiania ekstrudowanych nasion soi konwencjonalnej (non-GMO, nGMO) w mieszankach paszowych dla zwierząt utrzymywanych w gospodarstwach rolnych członków Konsorcjum Moja Soja, działających w ramach Grupy Operacyjnej Europejskiego Partnerstwa Innowacyjności (EPI).



4. MATERIAŁ I METODY

Rolnicy – członkowie Konsorcjum Moja Soja przeznaczyci do wykonania prac rozwojowych następujące grupy produkcyjne: 1) świnie – a) odchów: prosięta odsadzone, warchlaki i b) tuczniki, 2) bydło – cielęta w wieku od 3 do 6 miesiąca życia. Na początku grudnia 2018 roku rozpoczęto prace badawczo-rozwojowe z zakresu odchovu świń (gosp. C i D). Na początku 2019 roku zaczęły się prace z zakresu tuczu świń oraz odchovu cieląt (gosp. A, B i E).

4.1. Charakterystyka gospodarstw i założenia prac badawczo-rozwojowych

W tabeli 1 przedstawiono wykaz gospodarstw rolnych biorących udział w operacji realizowanej przez Grupę Operacyjną EPI – Konsorcjum Moja Soja (lider P.W. lechpol sp. z o.o. w Szubinie) wraz z ich położeniem oraz informacjami dotyczącymi utrzymywanego gatunku zwierząt gospodarskich oraz grup produkcyjnych przewidzianych do badań w warunkach produkcyjnych, zakładając jak najmniejszą ingerencję w trwający proces wytwórczy.

Tab. 1. Wykaz gospodarstw rolnych członków Konsorcjum Moja Soja

Gosp.*	Imię i nazwisko rolnika	Województwo	Współrzędne geograficzne (DMS)	Gatunek zwierząt	Grupa produkcyjna
A	Ryszard Błaszkiwicz	kuj.-pom.	53°5'2.076" N 19°20'40.884" E	świnie	tuczniki
B	Janusz Cieszyński	kuj.-pom.	53°5'0.366" N 19°19'54.404" E	świnie	tuczniki
C	Maciej Kazek	włkp.	53°15'29.844" N 17°18'22.068" E	świnie	prosięta odsadzone
D	Adam Styczyński	włkp.	52°50'46.104" N 16°36'38.268" E	świnie	warchlaki
E	Aleksander Tadych	włkp.	53°14'8.196" N 17°15'22.32" E	bydło	cielęta

* - oznaczenie literowe gospodarstw, Gosp. – Gospodarstwo, kuj.-pom. – województwo kujawsko-pomorskie, włkp. – województwo wielkopolskie, DMS – stopnie, minuty, sekundy



Gospodarstwa członków Konsorcjum uczestniczące w badaniach znajdują się w dwóch województwach: kujawsko-pomorskim i wielkopolskim. Są położone między 52°50'46.104" a 53°05'02.076" szerokości geograficznej północnej i 16°36'38.268" a 19°20'40.884" długości geograficznej wschodniej. Odległość w linii prostej między krańcowo położonymi gospodarstwami (B i D) na osi północny wschód – południowy zachód wynosi około 185 km.

4.1.1. ODCHÓW PROSIĄT I WARCHLAKÓW

4.1.1.1. Gospodarstwo C

4.1.1.1.1. Lokalizacja

Gospodarstwo położone jest w województwie wielkopolskim, w powiecie łobzickim, w gminie Łobżenica, we wsi Chlebno (53°15'29.844" N, 17°18'22.068" E).

4.1.1.1.2. Produkcja zwierzęca

Kierunek produkcji – trzoda chlewna w cyklu zamkniętym.

4.1.1.1.3. Doświadczenie

Rolnik zdecydował przeprowadzić doświadczenie na prosiętach odsadzonych. W tabeli 2 przedstawiono schemat doświadczenia i skład komponentowy mieszanek treściwych: K – kontrolnej bez ekstrudowanych pełnotłustych nasion soi (EPNS) i D – doświadczałnej, w której śrutę poekstrakcyjną sojową (ŚPS HP 46) zastąpiono ekstrudowanymi pełnotłustymi nasionami soi nGMO (EPNS). Ze względu na bardzo niski plon nasion soi (susza) i jej wysokie zawilgocenie (opady podczas zbioru jesienno-wiosennego) w roku 2019 nie przeprowadzono prac badawczo-rozwojowych w tym gospodarstwie.



Tab. 2. Schemat doświadczenia i skład komponentowy mieszanek paszowych

Wyszczególnienie	Grupy żywieniowe	
	K	D
Komponenty (g·kg ⁻¹)		
Śruta jęczmienna	382	402
Śruta pszenna	370	390
ŚPS HP 46	70	-
EPNS	-	100
Mączka rybna	-	60
Olej rzepakowy	10	-
MPU ¹	120	-
MPU ²	40	40
MPU ³	8	8
Suma	1000	1000

ŚPS HP 46 – śruta poekstrakcyjna sojowa GMO; EPNS nGMO – ekstrudowane pełne nasiona soi nGMO; 46% BO; MPU¹ – Schaumalac Ferkelmix G (BO – 245 g, Liz – 25 g, Met – 8 g, Met + Cys – 11,5 g, Tre – 14,3 g, Ca – 11,3 g, P – 7,8 g); MPU² – Schaumalac Protect F 110 ATG (aminokwasy z tryptofanem, kwasy, betaina, enzymy NSP); MPU³ – Schaumacid Protect GR (mieszanka kwasów organicznych i substancji probiotycznych)

Dobór zwierząt do grup był losowy, liczebność jednej grupy – 20 sztuk (10 loszek, 10 wieprzków). Zwierzęta żywiono „*ad libitum*” przy swobodnym dostępie do wody (poidła smoczkowe). Prowadzono rejestrację spożycia paszy dla całych grup, wszystkie zwierzęta były oznakowane i zważono je indywidualnie na wadze inwentarzowej w dniu rozpoczęcia doświadczenia i w dniu jego zakończenia. Doświadczenie trwało 22 dni.



4.1.1.2. Gospodarstwo D

4.1.1.2.1. Lokalizacja

Gospodarstwo położone jest w województwie wielkopolskim, w powiecie czarnkowsko-trzcianeckim, w gminie Czarnków, we wsi Jędrzejewo (52°50'46.104" N 16°36'38.268" E).

4.1.1.2.2. Produkcja zwierzęca

Gospodarstwo specjalizuje się w chowie trzody chlewnej w cyklu zamkniętym. W gospodarstwie częściowo już wyeliminowano żywienie z udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej GMO, wprowadzając w żywieniu warchlaków produkt białkowy pochodzący z zakupu, certyfikowany znakiem VLOG geprüft, gwarantujący, że nie zawiera on materiału GMO.

4.1.1.2.3. Doświadczenie

Rolnik zdecydował udostępnić do celów badawczych grupę wiekową (technologiczną) świń – warchlaki.

W tabeli 3 przedstawiono schemat doświadczenia oraz skład komponentowy mieszanek treściwych: K – kontrolnej i D – doświadczalnej, w której zastąpiono poekstrakcyjną śrutę sojową ekstrudowanymi pełnotłustymi nasionami soi nGMO (EPNS).



Tab. 3. Schemat doświadczenia i skład komponentowy mieszanek paszowych

Komponenty	Grupy żywieniowe	
	K	D
Komponenty (g·kg ⁻¹)		
Śruta jęczmienna	379,5	375,0
Śruta pszenna	379,5	374,0
ŚPS	130,0	-
EPNS	-	100,0
Mączka rybna ¹	20,0	20,0
MPU ²	25,0	65,0
MPU ³	40,0	40,0
Olej sojowy	18,0	18,0
MPU ⁴	8,0	8,0
Suma	1000,00	1000,00

ŚPS HP 46 – śruta poekstrakcyjna sojowa n-GMO; EPNS – ekstrudowane pełne nasiona soi nGMO ¹ – Nordkap 70%; ² – mieszanka paszowa uzupełniająca Nuklospray P39, producent

Sloten (skład: śruta poekstrakcyjna sojowa z obłuskanych nasion soi nGMO, serwatka w proszku, olej palmowy, hydrolizowane białko pszenne); ³ – mieszanka paszowa uzupełniająca PowerMix P 4%, premiks, producent DSM (zaw.: wit. A, D₃, E, wit. z grupy B, kwas foliowy, biotyna, chlorek choliny, siarczany: żelaza, miedzi, tlenek manganu, selenin sodu, aminokwasy: lizyna, metionina, treonina, tryptofan); ⁴ – mieszanka paszowa uzupełniająca Acid Dry Forte, producent Etos, zakwaszacz (zaw. kwasy: mrówkowy, propionowy, krzemowy, mrovczan wapnia, propionian amonu)

Dobór zwierząt do grup był losowy. Liczebność jednej grupy wynosiła 20 sztuk (10 loszek, 10 wieprzków). Świnie żywiono „*ad libitum*”, przy swobodnym dostępie do wody (poidla smoczkowe). Spożycie paszy oceniono ważąc ją przed i po zakończeniu doświadczenia. Zwierzęta zważono w dniu rozpoczęcia doświadczenia i w dniu jego zakończenia. Czas trwania badań wynosił 3 tygodnie.



4.1.2. TUCZ

4.1.2.1. Gospodarstwo A

4.1.2.1.1. Lokalizacja

Gospodarstwo położone jest w województwie kujawsko-pomorskim, w powiecie rypińskim, w gminie Rypin, we wsi Rakowo (53°05'33.792" N, 19°19'30.756" E).

4.1.2.1.2. Produkcja zwierzęca

Gospodarstwo specjalizuje się w chowie trzody chlewnej w cyklu zamkniętym. Tuczniaki są utrzymywane w technologii tuczu dwufazowego.

4.1.2.1.3. Doświadczenie

Do doświadczenia właściciel przeznaczył tuczniaki (tucz dwufazowy mieszankami typu grower i finisz). Jedna grupa – kontrolna żywiona była mieszanką nie zawierającą ekstrudowanych pełnych nasion soi nGMO (EPNS), w drugiej - doświadczalnej komponentem były ekstrudowane pełnotłuste nasiona soi (EPNS). Do sporządzenia mieszanek zastosowano następujące komponenty: śrutę jęczmienną, śrutę pszenną, śrutę pszenżytnią, poekstrakcyjną śrutę sojową, ekstrudowane pełnotłuste nasiona soi (EPNS), suchą łuskę jęczmienia browarnego, smalec, mieszanki paszowe uzupełniające (MPU – 3/2,5% GROW/FIN T.CH. i MPU 2% GROW PIG) oraz kredę grubo zmieloną (węglan Ca).

Dobór zwierząt do grup był losowy. Liczebność każdej grupy wynosiła – 40 sztuk (20 loszek, 20 wieprzków). Świnie żywiono „*ad libitum*” ze swobodnym dostępem do wody (poidła smoczkowe). Spożycie paszy oceniono na podstawie różnicy masy mieszanek pełnoporcjowych (MPP) przed i po zakończeniu obu etapów tuczu. Wszystkie zwierzęta były oznakowane i zważono je indywidualnie na wadze inwentarzowej w dniu rozpoczęcia doświadczenia, po I etapie tuczu (zmiana typu mieszanki z grower na finisz) i w dniu jego zakończenia.

Tab. 4. Schemat doświadczenia i skład komponentowy mieszanek paszowych



Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	Grower		Finiszler	
	K	D	K	D
Komponenty (g·kg ⁻¹)				
Śruta jęczmienna	250	250	-	-
Śruta pszenna	245	250	250	250
Śruta pszenżytnia	260	260	475	450
Śruta poekstrakcyjna sojowa	160	-	125	-
EPNS	-	160	-	125
Łuska jęczmienna	50	50	125	150
Smalec	5	-	-	-
MPU 3/2,5% GROW/FIN T.CH	30	30	-	-
MPU 2% GROW PIG	-	-	-	20
Kreda grubo zmielona (węglan Ca)	-	-	50	50
Suma	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

EPNS – ekstrudowane pełne nasiona soi, Grower – mieszanka paszowa pełnoporcjowa dla tuczników o masie ciała 30-50 kg, Finiszler – mieszanka treściwa pełnoporcjowa dla tuczników o masie ciała od 50-120 kg

4.1.2.2. Gospodarstwo B

4.1.2.2.1. Lokalizacja

Gospodarstwo położone jest w województwie kujawsko-pomorskim, w powiecie rypińskim, w gminie Rypin, we wsi Rakowo (53°5'0.366" N, 19°19'54.404" E).

4.1.2.2.2. Produkcja zwierzęca

Gospodarstwo prowadzi tucz tuczników w cyklu otwartym. Zwierzęta są kupowane w Danii (danbreed).



4.1.2.2.3. Doświadczenie

Rolnik przeznaczył do doświadczenia tuczniaki (tucz dwufazowy mieszankami typu grower i finisz). Jedna grupa – kontrolna (K) żywiona była mieszanką nie zawierającą ekstrudowanych pełnych nasion soi nGMO (EPNS), w drugiej – doświadczalnej (D) komponentem były ekstrudowane pełnotłuste nasiona soi (EPNS). Do sporządzenia mieszanek zastosowano następujące komponenty: śrutę jęczmienną, śrutę pszenną, poekstrakcyjną śrutę sojową, ekstrudowane pełnotłuste nasiona soi (EPNS), mieszanki paszowe uzupełniające (MPU).

Dobór zwierząt do grup był losowy. Liczebność każdej grupy wynosiła 40 sztuk (20 loszek, 20 wieprzków). Świnie żywiono „*ad libitum*”, przy swobodnym dostępie do wody (poidla smoczkowe). Spożycie paszy oceniono na podstawie różnicy masy MPP przed i po zakończeniu obu faz tuczu. Wszystkie zwierzęta były oznakowane i zważone na początku doświadczenia, przy zmianie paszy oraz na zakończenie doświadczenia.

Tab. 5. Schemat doświadczenia i skład komponentowy mieszanek paszowych



Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	Grower		Finiszera	
	K	D	K	D
Komponenty (g·kg ⁻¹)				
Jęczmień	200	200	200	200
Pszenica	595	585	-	-
Pszenżyto	-	-	635	625
Śruta poekstrakcyjna sojowa >46% BO	140	-	120	-
EPNS	-	170	-	150
Mączka rybna	20	20	-	-
Olej rzepakowy	20	-	20	-
MPU	25	25	25	25
Suma	1000,00	1000,00	1000,00	1000,00

K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna, MPU – Efektivet Tucznik 2,5% Plus, BO – białko ogólne

4.1.3. ODCHÓW CIELĄT

4.1.3.1. Gospodarstwo E

4.1.3.1.1. Lokalizacja

Gospodarstwo położone jest w województwie wielkopolskim, w powiecie łobzickim, w gminie Łobżenica, we wsi Kościerzyn Mały (53°14'8.196" N 17°15'22.32" E).

4.1.3.1.2. Produkcja zwierzęca

Gospodarstwo specjalizuje się w produkcji mleka (rasa polska holsztyńsko-fryzyjska, odmiana czarno-biała). Stado znajduje się pod kontrolą Polskiej Federacji Hodowców Bydła i Producentów Mleka. Cielęta są przeznaczane: jałoweczki na remont stada lub na sprzedaż, buhajki – na odchów i opas lub na sprzedaż. Liczba krów mlecznych: 200, liczba sztuk bydła łącznie ok. 500. Od 1 lipca 2017 roku gospodarstwo odstawia mleko „bez GMO”, wobec tego



całe stado bydła żywione jest bez udziału pasz GMO. Na terenie gospodarstwa nie mogą znajdować się pasze GMO.

4.1.3.1.3. Doświadczenie

Rolnik zdecydował przeprowadzić doświadczenie z zastosowaniem ekstrudowanych częściowo odtłuszczonych nasion soi n-GMO (EONS) pochodzących z własnej uprawy w żywieniu cieląt w wieku od 3 do 6 m-ca życia.

Dzienne dawki pokarmowe składały się z kiszonki z kukurydzy i siana oraz mieszanki treściwej uzupełniającej (MPU) zawierającej ziarno kukurydzy, ziarno owsa, otręby pszenne, poekstrakcyjną śrutę sojową nGMO i ekstrudowane częściowo odolejone nasiona soi nGMO (EONS).

Dawki pozostałych pasz podano poniżej:

- mleko pełne tylko w 1 m-cu doświadczenia (3 m-cu życia) – 3,5 l/szt./1 raz dziennie
- MPU – 3,0 kg/4 szt./dzień = 0,75 kg/szt./dzień (3 m-c);
 - 4,5 kg/4 szt./dzień = 1,00 kg/szt./dzień (4 m-c);
 - 5,5 kg/4 szt./dzień = 1,375 kg/szt./dzień (5 m-c);
- kiszonka z kukurydzy – 20 kg/4 szt./dzień = 5,00 kg/szt./dzień (3 m-c);
 - (całe rośliny) 30 kg/4 szt./dzień = 7,50 kg/szt./dzień (4 m-c);
 - 35 kg/4 szt./dzień = 8,75 kg/szt./dzień (5 m-c);
- siano łąkowe – do woli - 0,20-0,35 kg/szt./dzień – (od 3 do końca 5 m-ca).

Stworzono dwie grupy żywieniowe: kontrolną (K) (mieszanka treściwa własnej produkcji zawierająca pochodzącą z zakupu poekstrakcyjną śrutę sojową nGMO) oraz doświadczalną (D) – mieszanka treściwa z udziałem ekstrudowanych częściowo odolejonych nasion soi nGMO – EONS – czyli makuchu sojowego).

Dobór zwierząt do grup był losowy – w zbliżonym wieku i o podobnej masie ciała. Liczebność grup – po 6 cieląt (cieliczki : buhajki – 1:1). Spożycie paszy odnotowywano poprzez ważenie pasz przygotowanych do spożycia na okres doświadczenia i po jego zakończeniu. Zwierzęta miały swobodny dostęp do wody (poidła). Ważenie zwierząt wykonano za pomocą wagi inwentarskiej w dniu rozpoczęcia i w dniu zakończenia doświadczenia. Czas trwania doświadczenia – 3 miesiące, od 3 miesiąca życia do pół roku (6 miesięcy).

Tab. 6. Schemat doświadczenia i skład komponentowy mieszanek paszowych



Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa	
	K	D
Komponenty (g·kg ⁻¹)		
Owies gnieciony	294,12	294,12
Śruta kukurydziana	210,08	210,08
Otręby pszenne	252,10	252,10
ŚPS nGMO	210,08	-
EONS	-	210,08
MPU ¹	33,62	33,62
Suma	1000,0	1000,0

K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna, ŚPS nGMO – śruta poekstrakcyjna sojowa nGMO, EONS – ekstrudowane częściowo odłuszczone nasiona soi nGMO, MPU¹ – premiks MLACH

4.1.4. EKSTRUZJA

4.1.4.1. Uszlachetnianie nasion soi

Uszlachetnianie pełnotłustych nasion soi nGMO w gospodarstwach członków Konsorcjum Moja Soja wykonano za pomocą ekstruderów Press Oil o wydajności 500 kg·godz.⁻¹ (gospodarstwa A, B i E – w ostatnim gospodarstwie po ekstruzji pozyskiwano na zimno olej sojowy) oraz usługową ekstruzję pełnotłustych nasion soi nGMO (EPNS) – gospodarstwa C i D.



4.1.5. ANALIZY CHEMICZNE I OBLICZENIA

Analizy chemiczne obejmowały wykonanie analizy podstawowej pasz (oznaczenie zawartości suchej masy, popiołu surowego, białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego), oznaczenie zawartości włókna detergentowego neutralnego (NDF) i kwaśnego (ADF), skrobi oraz w ekstrudowanych pełnotłustych nasionach soi zawartości wapnia i fosforu, lizyny, metioniny, cystyny, treoniny i tryptofanu, profilu kwasów tłuszczowych i obecności niektórych roślinnych czynników bioaktywnych o charakterze antyżywnościowym – rafinozy i stachiozy oraz inhibitorów trypsyny.

Postępowanie z próbkami i analizy składników pokarmowych wykonano zgodnie z Rozporządzeniem Komisji (WE) nr 152/2009. Zawartość neutralnego i kwaśnego włókna detergentowego (NDF, ADF) oznaczono wg metody van Soest'a i in. (1991) oraz procedury ANKOM Technology Corp., za pomocą aparatu Ankom 220 Fiber Analyzer firmy ANKOM Technology.

Zawartość lizyny, cystyny, metioniny i treoniny oznaczono metodą ultrasprawną chromatografię cieczową z detekcją spektrofotometryczną (UPLC-UV), PB 59 KLP, wyd. 1 z dnia 14.07.2014. Natomiast zawartość tryptofanu metodą wysokosprawną chromatografię cieczową z detekcją fluorescencyjną (HPLC-FLD) (Rozporządzenie Komisji (WE) nr 152/2009).

Profil kwasów tłuszczowych i ich zawartość oznaczono wg PN-EN ISO 12966-1:2015-01, GC-FID (a).

Zawartość stachiozy i rafinozy określono metodą wysokosprawną chromatografię aniono-wymiennej z impulsową detekcją elektrochemiczną (HPAEC-PAD), a inhibitorów trypsyny – metodą spektrofotometryczną (PN-EN ISO 14902:2005).

Na podstawie uzyskanych wyników analiz chemicznych obliczono zawartość w paszach substancji organicznej oraz związków bezazotowych wyciągowych i hemicelulozy.

Jakość odżywcza pasz dla świń oszacowano na podstawie zawartości energii metabolicznej wg wzoru: $EM \text{ (kcal} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ SM)} = 4194 - 9,2 \cdot \text{PS} + 1,0 \cdot \text{BO} + 4,1 \cdot \text{TS} - 3,5 \cdot \text{NDF}$, gdzie SM – sucha masa, PS – zawartość popiołu surowego w $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ SM}$, BO – zawartość białka ogólnego w $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ SM}$, TS – zawartość tłuszczu surowego w $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ SM}$, NDF – zawartość włókna NDF w $\text{g} \cdot \text{kg}^{-1} \text{ SM}$ (Noblet i Perez 1993; Praca zbiorowa 2014a, Świąch 2017).

Jakość odżywcza pasz dla cieląt oceniono wg systemu DLG (Deutsche Landwirtschafts-Gesellschaft) wg wzorów: $EM \text{ (MJ)} = 0,312 \cdot \text{g STS} + 0,0136 \cdot \text{g SWS} + 0,0147 \cdot \text{g (SSO-STS-SWS)} + 0,00234 \cdot \text{g BO}$, gdzie: EM - energia metaboliczna, STS - strawny tłuszcz surowy, SWS



- strawne włókno surowe, SSO - strawna substancja organiczna, BO - białko ogólne; – zawartość białka nieulegającego rozkładowi żwaczowemu: $UDP (g \cdot kg^{-1} SM) = [(białko\ ogólne\ nie\ ulegające\ rozkładowi\ w\ żwaczu\ w\ \% BO) \cdot BO\ g \cdot kg^{-1} SM] / 100$, – zawartość białka ogólnego dostępnego w jelicie cienkim: $nBO (g \cdot kg^{-1} SM) = [196,1 - (127,5 \cdot (UDP/BO\ bez\ mocznika))] (SSO - STS) + 1,03 \cdot UDP$, gdzie: UDP - białko nieulegające rozkładowi w żwaczu ($g \cdot kg^{-1} SM$), BO bez mocznika - białko ogólne bez dodanego mocznika ($g \cdot kg^{-1} SM$), SSO - strawna substancja organiczna ($g \cdot kg^{-1} SM$), STS - strawny tłuszcz surowy ($g \cdot kg^{-1} SM$); – bilans azotu żwacza: $BN\dot{Z} = (BO - nBO) : 6,25$ (Praca zbiorowa). Do obliczenia zawartości energii metabolicznej posłużyły współczynniki strawności z tych samych norm oraz współczynniki rozkładu białka w żwaczu (Praca zbiorowa).



5. WYNIKI I DYSKUSJA

5.1. ODCHÓW PROSIĄT I WARCHLAKÓW

5.1.1. Prosięta odsadzone – gospodarstwo C

W tabeli 7 przedstawiono wyniki oceny jakości pokarmowej i odżywczej mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu prosiąt odsadzonych. Mieszanki zostały przygotowane z materiałów paszowych dostępnych w gospodarstwie. Wobec założenia o jak najmniejszej ingerencji w cykl produkcyjny, receptura mieszanki kontrolnej (K) była recepturą standardową dla mieszanki paszowej pełnoporcjowej (MPP) stosowanej w gospodarstwie. Natomiast w MPP doświadczalnej (D) zastąpiono w całości poekstrakcyjną śrutę sojową (ŚPS HP 46) ekstrudowanymi pełnotłustymi nasionami soi (EPNS). Mieszankę uzupełniono mączką rybną (udział 6%), natomiast w mieszance kontrolnej (K) zastosowano MPU¹ w ilości 12%, która nie weszła w skład MPP doświadczalnej (D). W tej mieszance (D) zwiększono udział śruty jęczmiennej o 32 g oraz śruty pszennej o 20 g w porównaniu z MPP kontrolną (K). Z danych wynika, że mieszanki skarmiane w gospodarstwie zawierały więcej energii metabolicznej (EM) w porównaniu z zaleceniami polskimi (Praca zbiorowa 2014) i niemieckimi (Praca zbiorowa 2014a). Natomiast koncentracja białka ogólnego, zwłaszcza w mieszance doświadczalnej (D) nieco przekraczała zalecenia niemieckie – o 0,44% (Praca zbiorowa 2014a). W obu przypadkach mieszanki te były bogatsze w białko ogólne w porównaniu z polskimi zaleceniami – o 29,30 do 57,71 g·kg⁻¹ suchej masy (Praca zbiorowa 2014). Zawartość wapnia w mieszance kontrolnej (K) była o 6,66% mniejsza niż w polskich zaleceniach (Praca zbiorowa 2014) oraz o 2,93% w porównaniu z zaleceniami LfL (Praca zbiorowa 2014a), a w mieszance doświadczalnej wyższa odpowiednio o 24,27 i 29,23%. Zawartość fosforu ogólnego w mieszankach kontrolnej (K) i doświadczalnej (D) była niższa odpowiednio o 18,04 (K) i 0,59% (D) w porównaniu z zaleceniami polskimi i niemieckim (Praca zbiorowa 2014, Praca zbiorowa 2014a), które są identyczne. Natomiast odnośnie zaleceń niemieckich (Praca zbiorowa 2014a), w przypadku stosowania w mieszankach fitazy, wartości te były wyższe odpowiednio o 7,09 i 31,42%.

Tab. 7. Jakość pokarmowa i odżywcza mieszanek paszowych dla prosiąt odsadzonych



(gosp. C)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa (g·kg ⁻¹ SM)		Norma polska*	Norma LfL**
	K	D		
EM (MJ·kg ⁻¹ SM)	15,20	15,32	11,48-13,86	14,77
Sucha masa (g·kg ⁻¹)	894,50	889,80	-	-
Popiół surowy	64,39	70,58	-	-
Substancja organiczna	935,61	929,42	-	-
Białko ogólne	200,89	205,44	147,73-176,14	204,55
Tłuszcz surowy	46,84	43,94	-	-
Włókno surowe	39,80	41,13	-	39,77
BNW	648,07	638,91	-	-
Skrobia	437,12	462,31	-	-
NDF	166,91	178,63	-	-
ADF	39,95	43,69	-	-
Hemiceluloza	183,11	184,36	-	-
Wapń	8,27	11,01	8,86	8,52
Fosfor ogólny	5,59	6,86	6,82	6,82/5,22***

* – Praca zbiorowa 2014, w 1 kg MPP dla prosiąt o m.c. 10-20 kg o potencjale wzrostowym D, S i M (w przeliczeniu na 1000 g SM), ** – Praca zbiorowa 2014a, w 1 kg MPP dla prosiąt o m.c. 8-20 kg (w przeliczeniu na 1000 g SM), SM – sucha masa, EM – energia metaboliczna, BNW – związki bezazotowe wyciągowe, NDF – włókno neutralno-detergentowe, ADF – włókno kwaśno-detergentowe, D – potencjał wzrostowy duży 620 g·dzień⁻¹, S – potencjał wzrostowy średni 550 g·dzień⁻¹, M – potencjał wzrostowy mały 480 g·dzień⁻¹, MPP – mieszanka pełnoporcjowa, m.c. – masa ciała, *** – z fitazą

W tabeli 8 przedstawiono wyniki produkcyjne odchowu prosiąt odsadzonych. Podczas doświadczenia nie odnotowano upadków prosiąt odsadzonych, ani przypadków zachorowań. Całkowite spożycie paszy w obu grupach wyniosło 290 kg - po 145 kg w każdej grupie, co



daje 6,59 kg spożycia dziennego MPP przez całą grupę 20 prosiąt oraz średnio 0,330 kg na jedno prosię.

Tab. 8. Wyniki produkcyjne odchowu prosiąt odsadzonych (gosp. C)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa	
	K	D
M.c. przy odsadzeniu (kg)	6,55	6,65
M.c. po 22 dniach (kg)	14,58	13,80
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,365	0,325
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	-0,040
FCR (kg·kg ⁻¹ przyrostu)	1,11	0,98
Różnica (kg·kg ⁻¹ przyrostu)	-	-0,13

n=20; K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna;

SD – odchylenie standardowe; M.c. – masa ciała;

Vx – współczynnik zmienności Pearsona;

FCR – współczynnik wykorzystania paszy (feed conversion ratio)

Masa ciała grupy prosiąt doświadczalnych (D) spożywających MPP z EPNS była po 22 dniach odchowu niższa o 5,35% (o 780 g) niż grupy prosiąt kontrolnych (K) niespożywających tej paszy. W grupie kontrolnej (K) średnie dzienne przyrosty masy ciała prosiąt odsadzonych były wyższe o 12,31% (40 g) w porównaniu z prosiętami z grupy doświadczalnej (D).

5.1.2. Warchlaki – gospodarstwo D

W tabeli 9 przedstawiono wyniki oceny jakości pokarmowej i odżywczej mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu warchlaków. Mieszanki zostały przygotowane z materiałów paszowych dostępnych w gospodarstwie. Wobec założenia o jak najmniejszej ingerencji w cykl produkcyjny, receptura mieszanki kontrolnej (K) była recepturą standardową dla MPP stosowanej w gospodarstwie. Natomiast w MPP doświadczalnej (D) zastąpiono w całości poekstrakcyjną śrutę sojową ekstrudowanymi pełnotłustymi nasionami soi (EPNS). Komponent ten zastosowano w ilości 10%, wobec czego zmieniono udział śruty jęczmiennej oraz pszennej



(zmniejszenie ich udziału), a także MPU Nuklospray (zwiększenie udziału z 25 do 65 kg·t⁻¹ MPP).

Uzyskane wartości szacunkowe jakości pokarmowej i odżywczej w porównaniu z danymi normatywnymi (Praca zbiorowa 2014) wskazują na mniejszą koncentrację energii w MPP kontrolnej o 0,61 do 4,07 MJ EM·kg⁻¹ SM, a białka ogólnego na poziomie 13,85 do 59,30 g·kg⁻¹ SM. Odpowiednio jest to mniej o 3,59 i 19,89% EM oraz od 6,59 do 23,19% białka ogólnego.

Porównanie uzyskanych wartości z danymi niemieckimi (Praca zbiorowa 2014a) wskazuje na większą zawartość EM w badanej mieszance kontrolnej o 1,62 MJ EM·kg⁻¹ SM, czyli o 12,73%, a mniejszą białka ogólnego o 2,48 g·kg⁻¹ SM (1,25%).

W przypadku MPP doświadczalnej odnotowano mniej energii metabolicznej o 0,35 do 3,81 MJ EM·kg⁻¹ SM, a białka ogólnego o 21,92 do 67,37 g·kg⁻¹ SM w porównaniu z normami (Praca zbiorowa 2014). Natomiast w przypadku norm niemieckich (Praca zbiorowa 2014a) koncentracja EM była większa o 1,88 MJ·kg⁻¹ SM, tj. o 12,73%, a białka ogólnego mniejsza – na poziomie 10,55 g·kg⁻¹ SM (Praca zbiorowa 2014a).

Normy niemieckie podają, że zawartość tłuszczu w mieszance treściwej dla świń nie powinna przekraczać 60 g·kg⁻¹ SM. W badanych MPP wartość ta ukształtowała się na poziomie niższym o 14,37 do 33,60 g·kg⁻¹ SM.

Zawartość Ca w paszy kontrolnej (K) ukształtowała się na poziomie niższym niż w normie polskiej (Praca zbiorowa 2014) o 4,73, a fosforu na poziomie 1,74 g·kg⁻¹ SM. W porównaniu z normą niemiecką, MPP kontrolna zawierała mniej Ca o 4,39, a P – o 1,26 g·kg⁻¹ SM.

Dane wskazują, że jakość pokarmowa i odżywcza badanych mieszanek była zbliżona do norm niemieckich (Praca zbiorowa 2014a).

Uzyskane wyniki produkcyjne odchovu warchlaków zawarto w tabeli 10. Średnia masa początkowa zwierząt w obu grupach była taka sama. Po okresie 21 dni warchlaki w grupie kontrolnej (K) przyrosły średnio o 9,17% więcej niż osobniki w grupie doświadczalnej (D), co znalazło odzwierciedlenie w średnich przyrostach dobowych, które były dla tej ostatniej grupy mniejsze o 32 g niż w grupie kontrolnej. Spożycie paszy przez grupę doświadczalną (D) warchlaków było o 100 g mniejsze niż świń grupy kontrolnej (K).



Tab. 9. Jakość pokarmowa i odżywcza mieszanek paszowych dla warchlaków (gosp. D)

Komponenty	Grupa żywieniowa (g·kg ⁻¹ SM)		Norma*	Norma Lfl**
	K	D		
EM (MJ·kg ⁻¹ SM)	16,39	16,65	17,0-20,46	14,77
Sucha masa	901,80	889,94	-	-
Popiół surowy	27,63	17,96	-	-
Substancja organiczna	972,37	982,04	-	-
Białko ogólne	196,38	188,31	210,23-255,68	198,86
Tłuszcz surowy	26,40	45,63	-	60,00 ¹
Włókno surowe	22,73	23,6	-	-
BNW	755,90	724,4	-	-
Skrobia	437,50	422,61	-	-
NDF	180,59	164,32	-	-
ADF	41,90	33,40	-	-
Hemiceluloza	138,68	130,91	-	-
Wapń	4,13	3,93	8,86	8,52
Fosfor	5,65	5,56	7,39	6,82 (5,23) ²

* – Praca zbiorowa 2014 (w przeliczeniu na 1000 g SM), ** – Praca zbiorowa 2014a (w przeliczeniu na 1000 g SM), ¹ – dla paszy dla paszy zawierającej 150-250 g BO/SM i przy 80 g WS/SM, ² – w przypadku podania fitazy w mieszance treściwej, SM – sucha masa, EM – energia metaboliczna, BNW – związki bezazotowe wyciągowe, NDF – włókno neutralno-detergentowe, ADF – włókno kwaśno-detergentowe



Tab. 10. Wyniki produkcyjne odchowu warchlaków – gosp. D

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa	
	K	D
Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	12,00	12,00
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	19,98	19,31
Przyrost grupy (kg)	7,98	7,31
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,380	0,348
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	-0,032
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	1,70	1,60
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	-0,10

n=20; nie odnotowano upadków; K – grupa kontrolna;
D – grupa doświadczalna (EPNS); V(x) – współczynnik zmienności Pearsona;
FCR – współczynnik wykorzystania paszy (feed conversion ratio); m.c. – masa ciała

5.2. TUCZ

5.2.1. Tuczniaki – gospodarstwa A i B

W tabeli 11 przedstawiono wyniki oceny jakości pokarmowej i odżywczej mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu tuczniaków w gospodarstwie A.



Tab. 11. Jakość pokarmowa i odżywcza mieszanek paszowych – gosp. A ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	Grower		Finiszier	
	K	D	K	D
EM ($\text{MJ}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM)	16,06	16,04	15,90	15,77
Sucha masa	891,04	895,10	890,22	894,88
Popiół surowy	21,12	26,88	27,74	32,94
Substancja organiczna	978,88	973,12	972,26	967,06
Białko ogólne	190,90	176,73	177,80	165,71
Tłuszcz surowy	23,62	52,16	20,48	47,13
Włókno surowe	32,36	39,56	42,57	53,05
BNW	732,00	704,67	731,41	701,17
Skrobia	546,01	473,14	553,16	483,14
NDF	129,01	143,70	121,20	144,47
ADF	34,75	44,67	38,99	52,41
Hemiceluloza	94,26	99,03	82,21	92,06
Wapń	7,52	7,24	7,03	6,79
Fosfor	4,81	5,11	4,25	4,36

SM – sucha masa, EM – energia metaboliczna

Wyniki tuczu przeprowadzonego w gospodarstwie A przedstawiono w tabeli 12. Z danych wynika, że w jednym doświadczeniu przyrosty świń otrzymujących w MPP nasiona EPNS były większe odpowiednio o 5,45 kg, a w drugim mniejsze o 2,00 kg, co daje wartość średnią wynoszącą 1,80 kg na korzyść zwierząt żywionych nasionami ekstrudowanymi. Znajduje to odzwierciedlenie w średnich przyrostach dobowych, które w całym tuczu u świń z grupy doświadczalnej (D) były wyższe o 58 g – tucz 1 i niższe o 19 g – tucz 2. Wykorzystanie paszy



przez tuczniaki z grupy doświadczalnej (D) było wyższe o 10 g·kg⁻¹ przyrostu w porównaniu z grupą kontrolną (K).

Tab. 12. Wyniki produkcyjne tuczu świń – gosp. A

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa	
	K	D
Tucz 1		
Grower		
Liczba dni tuczu	49	49
Początkowa m.c. (kg)	30,83	30,23
Końcowa m.c. (kg)	69,75	71,18
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	38,93	40,95
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+2,02
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,794	0,836
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+0,42
Finisz		
Liczba dni tuczu	45	45
Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	69,75	71,18
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	122,13	126,98
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	52,38	55,80
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+3,42
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	1,164	1,240
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+0,076
Cały tucz		
Liczba dni tuczu	94	94



Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	30,83	30,23
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	122,13	126,98
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	91,30	96,75
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+5,45
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,971	1,029
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+0,058
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	2,80	2,75
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	-0,05
Tucz 2		
Liczba dni tuczu	106	106
Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	27,00	24,00
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	125,00	120,00
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	98,00	96,00
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	-2,00
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,925	0,906
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	-0,019
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	2,70	2,76
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	+0,06
Tucz 1 + Tucz 2		
Liczba dni tuczu	100	100
Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	28,99	27,13
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	123,55	123,49
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	94,56	96,36
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	1,80



Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,946	0,964
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+0,018
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	2,75	2,76
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	+0,01

n=40; nie odnotowano upadków; K – grupa kontrolna;
D – grupa doświadczalna (EPNS); FCR – współczynnik wykorzystania paszy (feed conversion ratio); m.c. – masa ciała

W tabeli 13 przedstawiono wyniki oceny jakości pokarmowej i odżywczej mieszanek paszowych stosowanych w żywieniu tuczników w gospodarstwie B.

Tab. 13. Jakość pokarmowa i odżywcza mieszanek paszowych – gosp. B (g·kg⁻¹ SM)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	Grower		Finisz	
	K	D	K	D
EM (MJ·kg ⁻¹ SM)	16,67	16,77	16,32	16,37
Sucha masa	885,74	888,58	882,50	884,81
Popiół surowy	22,96	29,54	19,92	25,74
Substancja organiczna	977,04	970,46	980,08	974,26
Białko ogólne	199,17	197,36	172,36	172,55
Tłuszcz surowy	39,65	55,41	36,51	48,14
Włókno surowe	20,14	27,96	21,34	28,26
BNW	718,08	689,73	749,87	725,31
Skrobia	555,71	485,35	593,95	532,70
NDF	140,77	129,65	161,53	151,81
ADF	31,41	41,39	10,48	19,60
Hemiceluloza	109,36	88,16	151,05	132,21



Wapń	1,96	1,76	0,85	4,26
Fosfor	4,80	5,24	0,69	4,67

Tabela 14 zawiera wyniki produkcyjne tuczu świń w gospodarstwie B. Z danych wynika, że w obu doświadczeniach przyrosty świń otrzymujących w MPP nasiona EPNS były większe odpowiednio o 9,25 i 2,60 kg, co daje wartość średnią wynoszącą 5,93 kg. Znajduje to odzwierciedlenie w średnich przyrostach dobowych, które w całym tucz u świń z grupy doświadczalnej (D) były wyższe o 62 g. Wykorzystanie paszy przez tuczniaki z grupy doświadczalnej (D) w obu doświadczeniach było niższe o 180 g·kg⁻¹ przyrostu w porównaniu z grupą kontrolną (K).

Tab. 14. Wyniki produkcyjne tuczu świń – gosp. B

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa	
	K	D
Tucz 1		
Liczba dni tuczu	92	92
Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	31,50	31,50
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	128,17	137,42
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	96,67	105,92
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+9,25
Przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	1,051	1,151
Różnica (kg)	-	+0,50
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	2,66	2,46
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	-0,20
Tucz 2		
Liczba dni tuczu	110	110



Początkowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	26,50	26,60
Końcowa m.c. (kg·szt. ⁻¹)	133,00	135,60
Przyrost (kg□szt. ⁻¹)	106,5	109,0
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+2,60
Przyrost dzienny (kg□szt. ⁻¹)	0,959	0,982
Różnica (kg)	-	+0,026
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	2,84	2,69
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	-0,15
Tucz 1 + Tucz 2		
Liczba dni tuczu	101,5	101,5
Początkowa m.c. (kg□szt. ⁻¹)	29,00	29,05
Końcowa m.c. (kg□szt. ⁻¹)	130,58	136,51
Przyrost (kg□szt. ⁻¹)	101,51	107,46
Różnica (kg·szt. ⁻¹)	-	+5,93
Przyrost dzienny (kg□szt. ⁻¹)	1,005	1,067
Różnica (kg)	-	+0,062
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	2,75	2,57
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	-0,18

n – 12/tucz 1, n – 50/tucz 2; K – grupa kontrolna, D – grupa doświadczalna;
m.c. – masa ciała; FCR – współczynnik wykorzystania paszy (feed conversion ratio)

5.3. ODCHÓW CIELĄT

5.3.1. Cielęta – gospodarstwo E

W tabeli 15 przedstawiono wyniki oceny jakości pokarmowej i odżywczej mieszanek paszowych uzupełniających (MPU) stosowanych w żywieniu cieląt. Najważniejszymi normatywnymi parametrami są zawartość energii metabolicznej oraz białka ogólnego. Według norm



niemieckich (Praca zbiorowa 2019) mieszanki uzupełniające dla cieląt o podobnych przyrostach i masie ciała mogą zawierać od 10,7 do 11,1 MJ EM \cdot kg⁻¹ MPU, natomiast białka ogólnego na poziomie – od 165 do 190 g \cdot kg⁻¹ MPU. W skarmianych MPU zawartość energii metabolicznej w 1 kg paszy kształtowała się na poziomie około 9,5 MJ, natomiast białka było od około 177 do 192 g.

Tab. 15. Jakość pokarmowa i odżywcza MPU dla cieląt – gosp. E (g \cdot kg⁻¹ SM)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa	
	K	D
EM (MJ \cdot kg ⁻¹ SM)	11,31	11,47
Sucha masa (g \cdot kg ⁻¹)	853,49	860,94
Popiół surowy	47,40	47,38
Substancja organiczna	952,60	952,62
Białko ogólne	216,74	197,13
Tłuszcz surowy	39,27	60,78
Włókno surowe	61,34	65,23
BNW	635,25	629,48
Skrobia	396,23	448,50
NDF	271,21	252,95
ADF	93,72	93,92
Hemiceluloza	177,49	159,03
nBO	17,75	17,89
UDP	48,59	43,29
BNŻ	77,43	57,13
Wapń	8,93	8,62
Fosfor	8,94	8,16



SM – sucha masa; EM – energia metaboliczna; nBO – białko ogólne dostępne w jelicie cienkim; UDP – białko nieulegające degradacji w żwacu; BNŻ – bilans azotu żwacza

W tabeli 16 zebrano wyniki produkcyjne uzyskane na cielętach w wieku od 3 do 6 miesięcy życia. Z danych wynika, że zwierzęta w grupie doświadczalnej (D) przyrosły średnio w trakcie doświadczenia o 59 g mniej niż cielęta kontrolne, co dajeienne przyrosty mniejsze zaledwie o 0,66 g. Wykorzystanie paszy w tej grupie było mniejsze niż w grupie kontrolnej (K) zaledwie o 9 g·kg⁻¹ przyrostu. Powyższe dane odnoszą się do całych dawek pokarmowych skarmianych w trakcie doświadczeń, których skład podano w rozdziale 4.1.3.1.3.

Tab. 16. Wyniki produkcyjne odchowu cieląt od 3 do 6 m-ca życia (gosp. E)

Wyszczególnienie	Grupy żywieniowe	
	K	D
Masa początkowa (kg)	1027,00	1036,00
Masa końcowa (kg)	1638,50	1605,00
Przyrost (kg)	611,5	569,0
Różnica (kg)	-	-42,5
Średnia masa początkowa (kg·szt. ⁻¹)	128,38	129,50
Średnia masa końcowa (kg·szt. ⁻¹)	204,81	200,63
Różnica w masie końcowej (kg·szt. ⁻¹)	-	-4,18
Przyrost (kg·szt. ⁻¹)	76,43	71,13
Różnica w przyrostach (kg·szt. ⁻¹)	-	-5,30
Średni przyrost dzienny (kg·szt. ⁻¹)	0,849	0,790
Różnica w dziennych przyrostach (kg)	-	-0,059
FCR (g·kg ⁻¹ przyrostu)	1,23	1,32
Różnica (g·kg ⁻¹ przyrostu)	-	+0,09



5.4. EKSTRUZJA

5.4.1. Jakość pokarmowa i odżywcza ekstrudowanych nasion soi non-GMO

W tabeli 17 przedstawiono wyniki jakości pokarmowej i odżywczej ekstrudowanych nasion soi. Średnia zawartość białka ogólnego w EPNS wynosiła około $374,4 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy, a zawartość UDP (białka nieulegającego degradacji w żwaczu) – $77,76 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1}$ suchej masy wskazuje na ilość białka dostępnego w jelicie cienkim. Wartość ta jednocześnie określa wielkość rozkładu białka ogólnego w żwaczu, która szacunkowo może wynosić około 77%, co jest charakterystyczne dla pasz zaliczanych do klasy II pod względem rozkładu białka (I klasa <70%, II klasa 70-80%, III klasa >80%). Do dyspozycji w jelicie cienkim będzie około 248,39 g białka (nBO) w 1 kg suchej masy. Bilans azotu żwacza (BNŻ) był dodatni, co wskazuje na białkowy charakter paszy. Zawartość azotu w żwaczu jest wyższa w stosunku do zawartości energii NEL w ekstrudowanych nasionach soi non-GMO, które wymagają wobec tego dodatku pasz energetycznych (Praca zbiorowa).

Częściowe odolejenie nasion soi non-GMO sprawiło, że uzyskany produkt zawierał więcej białka ogólnego, co znalazło odzwierciedlenie w nieco większej ilości białka nieulegającego degradacji żwaczowej (UDP) o 0,05 g/kg suchej masy oraz w bilansie azotu żwacza (BNŻ), który był wyższy o 0,84 g/kg suchej masy w porównaniu z nasionami nieodolejonymi.



Tab. 17. Jakość pokarmowa i odżywcza ekstrudowanych nasion soi n-GMO – EPNS i EONS

Wyszczególnienie	Sucha masa (g □ kg ⁻¹)	Popiół surowy	Subst. Organiczna	Białko ogólne	Tłuszcz surowy	Włókno surowe	BNW	Skrobia	NDF	ADF	Hemiceluloza	Ca	P	EM ¹ (MJ □ kg ⁻¹ SM)	EM ² (MJ □ kg ⁻¹ SM)	NEL (MJ □ kg ⁻¹ SM)	UDP	nBO	BNŻ
	Zawartość (g □ kg ⁻¹ SM)																		
EPNS	920,3	59,8	940,2	374,4	195,3	56,2	314,4	63,1	101,45	67,55	33,90	7,84	2,19	20,33	15,95	9,90	77,66	248,39	21,81
SD (±)	14,59	2,67	36,85	39,85	16,52	6,38	37,43	15,57	14,91	19,51	13,88	0,77	0,55	0,45	0,44	0,27	9,08	11,67	4,63
EONS	928,1	66,9	933,1	388,6	137,1	43,4	364,1	44,33	121,7	85,9	35,8	7,58	2,74	19,42	15,80	9,05	77,71	246,98	22,65
SD (±)	1,63	3,16	3,16	5,40	3,52	18,90	24,66	15,69	27,0	18,70	12,40	1,15	0,43	1,50	0,12	0,07	1,08	2,41	0,48

SM – sucha masa, EM¹ – energia metaboliczna dla świń, EM² – energia metaboliczna dla bydła (cielęta), NEL – energia netto laktacji, UDP – białko nieulegające degradacji w żwaczu, nBO – białko ogólne dostępne w jelicie cienkim, BNŻ – bilans azotu żwacza, SD – odchylenie standardowe



Zawartość aminokwasów – lizyny, metioniny, cystyny, treoniny i tryptofanu w ekstrudowanych nasionach soi przedstawiono w tabeli 18.

Tab. 18. Skład aminokwasowy EPNS i EONS ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM \pm SD)

Wyszczególnienie	Liz	Met	Cys	Tre	Try
EPNS	26,74 \pm 1,07	6,25 \pm 0,34	6,41 \pm 0,70	16,21 \pm 0,78	5,18 \pm 0,24
EONS	25,08 \pm 0,46	6,07 \pm 0,15	6,65 \pm 0,12	15,15 \pm 0,30	5,30 \pm 0,08

Liz – lizyna, Met – metionina, Cys – cystyna, Tre – treonina, Try – tryptofan, SM – sucha masa, SD – odchylenie standardowe

W tabeli 19 przedstawiono wyniki analizy profilu tłuszczowego ekstrudowanych nasion soi non-GMO. Najważniejszym elementem oceny jest zawartość i stosunek kwasów omega-3 do omega-6. W badanych próbach średnia ilość kwasów omega-3 przekraczała 72 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM, natomiast kwasów omega-6 dochodziła do 538 (537,78 $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM). Stosunek omega-3 do omega-6 wyniósł 1:7,44 (zakres od 1:6,65 do 1:7,86). Dla ludzi przyjmuje się minimalny stosunek w codziennej diecie na poziomie 1:5.



Tab. 19. Zawartość kwasów tłuszczowych w ekstrudowanych nasionach soi EPNS i EONS ($\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$ SM)

Kwas tłuszczowy	EPNS		EONS	
	Zawartość	\pm SD	Zawartość	\pm SD
dekanowy (kaprynowy) C10:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
undekanowy C11:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
laurynowy C12:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
tridekanowy C13:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
mirystynowy C14:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
tetradekanowy C14:1	<1,09	0,01	1,08	0,00
pentadekanowy C15:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
pentadekenowy C15:1	<1,09	0,01	1,08	0,00
heksadekanowy (palimtynowy) C16:0	120,20	3,84	120,49	0,06
palmitoleinowy C16:1	<1,09	0,01	1,08	0,00
heksdekadienowy C16:2	<1,09	0,01	no	no



hekdakatrienowy C16:3	<1,09	0,01	no	no
margarynowy C17:0	<1,09	0,01	1,08	0,01
heptadekenowy C17:1	<1,09	0,01	1,08	0,01
stearynowy C18:0	48,18	3,40	43,04	0,02
C18:1 C11	15,70	0,84	13,99	0,01
inne C18:1C	<1,09	0,01	1,08	0,00
oktadekenowy (oleinowy) C18:1C9	270,74	19,03	228,07	1,40
elaidynowy C18:1T	<1,09	0,01	1,08	0,00
oktadekadienowy (linolowy) C18:2	544,18	29,53	571,25	1,83
trans C18:3	<1,09	0,01	1,08	0,00
6, 9, 12 γ -linolenowy C18:3	<1,09	0,01	1,08	0,00
9, 12, 1 α -linolenowy ALA C18:3	73,14	8,62	87,14	0,04
trans C18:3	<1,09	0,01	1,08	0,00
oktadekatetrainowy C18:4	<1,09	0,01	1,08	0,00
arachidowy C20:0	5,01	0,56	4,30	0,00
eikozenowy C20:1	2,18	0,03	2,15	0,00



eikozadienowy n-3 C20:2	<1,09	0,01	no	no
eikozadineowy n-6 C20:2	<1,09	0,01	1,08	0,00
eikozatrienowy n-3 C20:3	<1,09	0,01	1,08	0,00
iekozatrienowy n-6 C20:3	<1,09	0,01	1,08	0,00
arachidonowy C 20:4	<1,09	0,01	1,08	0,00
eikozatetraenowy n-3 C20:4	<1,09	0,01	1,08	0,00
ikozapentainowy (EPA) C20:5	<1,09	0,01	1,08	0,00
henikanozainian metylu C21:2	<1,09	0,01	1,08	0,00
behenowy C22:0	5,01	0,56	4,30	0,00
dekozenowy (erukowy) C22:1	<1,09	0,01	no	no
suma izomerów	<1,09	0,01	1,08	0,00
dokozadienowy C22:2	<1,09	0,01	1,08	0,00
dokozatertraenowy C22:4	<1,09	0,01	1,08	0,00
dokozapentaenowy (omega-3) C 22:5	<1,09	0,01	1,08	0,00
dokozaheksaenowy (omega-3 DHA) C 22:6	<1,09	0,01	1,08	0,00
trikozenowy C23:0	<1,09	0,01	1,08	0,00



lignocerynowy C24:0	<1,09	0,01	2,15	0,00
nerwonowy C24:1	<1,09	0,01	1,08	0,00
masłowy C4:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
heksanowy (kapronowy) C6:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
oktanowy (kaprylowy) C8:0	<1,09	0,01	1,08	0,00
tłuszczowe jednonienasycone	287,77	19,61	244,21	1,39
nasycone	180,16	4,21	173,21	0,09
omega-3	72,30	9,50	87,14	0,04
omega-6	537,78	36,79	571,25	1,83
omega-9	272,70	18,76	230,22	1,40
trans	<1,09	0,01	1,08	0,00
wielonienasycone	622,09	32,04	657,85	2,64

no – nie oznaczano



Zawartość niektórych substancji antyżywniowych w ekstrudowanych pełnych nasionach soi podano w tabeli 5.4.1.4. Brzóska (2017) podaje za Douglasem (1999), że w nasionach występują oligosacharydy, a spośród nich rafinoza i stachioza na poziomie odpowiednio: 1-9 i 14-41 g·kg⁻¹, które są α-galaktozami, połączonymi z resztą glukozową sacharozy wiązaniami α (1-4). Te kilkucukry, ze względu na brak enzymu α-galaktozydazy w przewodzie pokarmowym zwierząt monogastrycznych rozszczepiającej wiązania α, nie są trawione, ale w jelicie grubym są rozkładane dzięki obecności bakterii (Brzóska, 2017 cyt. za Buraczewska, 1991). Autor podaje, że brakuje informacji odnośnie ich zawartości w nasionach poddanych ogrzewaniu lub ekstruzji.

Wyniki badań własnych wskazują, że udział rafinozy w ekstrudowanych pełnych nasionach soi wynosił 6,26 g·kg⁻¹ suchej masy, a stachiozy – 26,45 g·kg⁻¹ suchej masy. W przypadku ekstrudowanych częściowo odolejonych nasion soi zawartość rafinozy była większa o 1,65 g·kg⁻¹ suchej masy niż w ekstrudowanych pełnych nasionach soi, natomiast rafinozy było więcej o 18,59 g·kg⁻¹ suchej masy. Na wynik ten miała wpływ obróbka nasion, czyli ich częściowe odtluszczenie.

Badane nasiona ekstrudowane zawierały średnio inhibitorów trypsyny na poziomie 10,28 g·kg⁻¹ suchej.

Tab. 20. Zawartość oligosacharydów i inhibitorów trypsyny (g·kg⁻¹ SM)

Związek antyżywniowy	EONS	EPNS	P*
Rafinoza	6,26	7,91	1-9
Stachioza	26,45	45,04	14-41
Inhibitory trypsyny	11,63	8,93	22,5

SM – sucha masa, P* – dane z piśmiennictwa w g·kg⁻¹ nasion (Brzóska, 2017)



6. ZALECENIA ŻYWIENIOWE

6.1. Wprowadzenie

Soja jest ważną rośliną spożywczą i paszową na świecie, a areał jej upraw ciągle zwiększa się. Dotyczy to także krajów, w których do tej pory nie była uprawiana, np. Polski. Do czołowych producentów nasion należą Stany Zjednoczone, Brazylia i Argentyna, które są także eksporterami produktów ich przetwarzania. Na świecie najwięcej uprawia się soi GMO – 91,4 mln. hektarów, co stanowi 50% całkowitego areału upraw GMO i 78% całkowitego areału upraw tego gatunku na kuli ziemskiej. Ponad 80% światowego rynku stanowi soja modyfikowana genetycznie. Duże znaczenie ma soja w przemyśle spożywczym. Z jej nasion uzyskuje się np. mleczko sojowe, które po fermentacji bakteryjnej i wytrąceniu białek staje się serkiem tofu. Przetworzona poekstrakcyjna śruta sojowa jest składnikiem farszu mięsno-roślinnego w wyrobach wędliniarskich. Na cele paszowe do Europy importuje się corocznie około 12 mln. ton soi modyfikowanej genetycznie.

Zgodnie z kolejną nowelizacją Ustawy z dnia 22 lipca 2006 r. o paszach (Dz. U. 2006 Nr 144 poz. 1045) ponownie przesunięto termin wprowadzenia zakazu stosowania w żywieniu zwierząt gospodarskich pasz zawierających materiał modyfikowany genetycznie (GMO) do 1 stycznia 2021 roku. Powszechnie uważa się, że żywność wyprodukowana z roślin GMO jest szkodliwa dla człowieka, choć w różnych dietach dla ludzi proponuje się spożywanie produktów sojowych, reklamując je jako artykuły prozdrowotne. Obywatele wielu krajów, w tym Polski obawiają się, że zastosowanie roślin zmodyfikowanych genetycznie może ujemnie oddziaływać na zdrowie zwierząt i ludzi. Dotychczasowe badania naukowe nie wskazują na to, aby białko zmodyfikowane genetycznie było inaczej traktowane w przewodzie pokarmowym zwierząt niż białko konwencjonalne. Badania prowadzone w Brunszwiku w tamtejszym instytucie rolniczym wykazały, że enzymy przewodu pokarmowego krów tak samo trawiły białko z kukurydzy zmodyfikowanej genetycznie, jak to, które pochodziło z kukurydzy konwencjonalnej. Obecne w mleku lub w tkankach zwierząt niewielkie fragmenty łańcuchów białek nie pozwoliły na jednoznaczne stwierdzenie z jakich odmian pochodziły.

Wychodząc na przeciw zapotrzebowaniu społecznemu, wykorzystując liczne odmiany, które nadają się do uprawy w Polsce można w oparciu o ten surowiec bilansować dawki pokarmowe i receptury mieszanek paszowych pełnoporcjowych (MPP) i uzupełniających (MPU) dla zwierząt gospodarskich, uzyskując dzięki temu produkty pochodzenia zwierzęcego wolne od GMO. Jednak ze względu na zawartość w pełnych nasionach soi termolabilnych substancji



bioaktywnych o charakterze antyżywniowym, ograniczone jest ich wykorzystanie w żywieniu zwierząt, zwłaszcza młodych w stanie surowym – niepoddanych obróbce termicznej. Związki te chronią rośliny i nasiona przed chorobami i szkodnikami. Pełnią także rolę obronną przed zjedzeniem przez zwierzęta. Zalicza się do nich m.in. inhibitory enzymów (np. enzymów proteolitycznych, trypsyny i chymotrypsyny), oligosacharydy (kilkucukry), alkaloidy, fityniany, enzymy np. lipazy itp. należy nasiona poddać procesowi uzdatniania termicznego, np. ogrzewaniu oraz procesom baro-termicznym. Jednym z nich jest ekstruzja będąca procesem HTST – wysoka temperatura, krótki czas (ang. high temperature, short time). Nasiona soi są krótko ekstrudowane w temperaturze 132-149 °C w ekstruderze w warunkach zwiększonego ciśnienia, gdyż tuleja ekstrudera zwęża się ku wylotowi, co zwiększa ciśnienie w urządzeniu oraz temperaturę surowca. Ekstrudowane nasiona (czasem dowilżane wodą lub parą wodną) w momencie przeciskania ich przez wąskie szczeliny matrycy zamykającej ekstruder rozprężają się. Ekstruzja zwiększa strawność skrobi i odkaża paszę działając bakteriobójczo na mikroflorę patogenną mogącą się w nim znajdować.

Ogrzane nasiona soi nie wpływają na zwyczajowy rozkład włókna surowego, a olej sojowy nie utrudnia syntezy kwasów tłuszczowych. Ekstruzja i tłoczenie pozwalają na uzyskanie kilku materiałów paszowych. Na przykład dla krów wysokomlecznych w handlu oferowane są pasze Soy King[®], Insta Soy-XP[®] i Soy Mix[®].

Skład chemiczny surowych nasion soi wskazuje na to, że jest to pasza energetyczno-białkowa. Otrzymać można z nich kilka materiałów paszowych (tab. 21, 22).



Tab. 21. Materiały paszowe z soi (Brzóska, 2017)

Składnik	Surowe nasiona soi	Ogrzewane nasiona soi	Poekstrakcyjna śruta sojowa 44% (low pro)*	Poekstrakcyjna śruta sojowa 44% (high pro)**	Śruta sojowa RUP***	Makuch sojowy	Łuska sojowa
Sucha masa (g)	860	900	880	880	920	910	900
Popiół surowy (g)	51	51	73	65	58	65	51
Białko ogólne (g)	409	409	500	545	487	485	121
Tłuszcz surowy (g)	177	183	14	10	68	54	23
NDF (g)	130	138	140	80	206	125	670
ADF (g)	100	110	100	60	82	85	500
NEL (MJ/kg)	8,87	9,15	8,11	8,38	8,20	8,23	7,37

NDF – włókno neutralno-detergentowe, ADF- włókno kwaśno-detergentowe, NEL – energia netto laktacji, * – śruta poekstrakcyjna z nasion nieobłuskanych o niższej zawartości białka, ** – śruta poekstrakcyjna z nasion obłuskanych o wyższej zawartości białka przeznaczona dla krów wysokomlecznych, *** – śruta poekstrakcyjna z nasion ogrzewanych zawierająca białko nierozkładalne w żwaczu (o obniżonej rozkładalności żwaczowej) przeznaczona dla krów wysokomlecznych

RUP (ang. rumen undegradability protein) to skrót określający bezpośrednio białko nieulegające rozkładowi żwaczowemu (BNRŻ), a pośrednio pasze sojowe pozyskiwane w technologii podgrzewania i tłoczenia oraz nieenzymatycznego brązowienia, podczas którego śrutę sojową traktuje się lignosiarczanami.



Tab. 22. Pasze RUP (Brzóska, 2017)

Składnik	Soy Plus [®]	Soy Best [®]	Soy Pass [®]
Białko ogólne (g)	489	477-483	532
BNRŻ (w g białka ogólnego)	600	560-580	740
Tłuszcz surowy (g)	57	50-51	10
NDF (g)	237	273	77
ADF (g)	80	80	58

Makuch sojowy jest jednym z produktów ubocznych otrzymywanych przy tłoczeniu oleju sojowego na zimno. W zależności od technologii wyciskania oleju produkt ten zawiera około 5-9% tłuszczu surowego. Z 1 tony nasion soi można uzyskać 120-130 kg oleju sojowego oraz 880 kg makuchu sojowego.

Olej jest stosowany do natłuszczania mieszanek paszowych w celu wzbogacenia ich w energię. Zawiera niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) o właściwym udziale kwasów omega-3 i omega-6, potrzebne zarówno w diecie człowieka, jak i w żywieniu zwierząt. Jest więc artykułem spożywczym oraz komponentem mieszanek paszowych, zwłaszcza dla świń i drobiu.

6.2. Zalecenia

6.2.1. Bydło

Bydło spożywa w mieszankach paszowych nasiona soi w zasadzie wyłącznie w postaci poekstrakcyjnej śruty sojowej. Istnieje przekonanie, że wzrost wydajności mlecznej o 55% w ciągu ostatnich 15 lat jest wynikiem nie tylko prac hodowlanych, ale żywienia krów dużymi ilościami białka roślinnego pochodzącego m.in. ze śruty poekstrakcyjnej sojowej.

Ze względu na procesy trawienne należy stosować ograniczenia dotyczące materiałów paszowych bogatych w tłuszcz surowy. Zbyt dużo tłuszczu łatwo rozkładalnego w żwaczu, zwłaszcza krów mlecznych, prowadzi do depresji strawności węglowodanów strukturalnych (celulozy, hemicelulozy), co obniża zawartość tłuszczu w mleku, a nadmiar nienasyconych kwasów tłuszczowych (NKT) może zwiększyć podatność antyoksydacyjną tłuszczu mleka.



Wobec tego należy skarmiać pasze pochodzące z ogrzanych nasion soi. Termiczna ich obróbka sprawia, że w dawkach pokarmowych są zamiennikiem dwóch składników – śrut zbożowych i śrut poekstrakcyjnych, gdyż mają dużo energii i białka. W dawkach dla krów mlecznych można skarmiać do 5 kg nasion ogrzewanych, a w żywieniu opasów – do 2 kg.

6.2.2. Świnie

Świnie są obecnie żywione bez udziału ziemniaków parowanych lub kiszonych. Stosowane są śruty zbożowe, zwłaszcza jęczmienna, także kukurydziana (choć należy ją ograniczać ze względu na dużą ilość nienasyconych kwasów tłuszczowych - NKT) oraz produkty uboczne przemysłu olejarskiego – zwłaszcza śruty poekstrakcyjne i różne dozwolone pasze pochodzenia zwierzęcego. Dużą rolę odgrywa poekstrakcyjna śruta sojowa pochodząca z roślin zmodyfikowanych genetycznie. Zastąpienie jej pełnymi nasionami soi non-GMO bez obróbki termicznej skarmianymi w ilości 10% pogorszyło wydajność świń w porównaniu ze zwierzętami, które tej paszy nie otrzymywały. U prosiąt obniżyło się pobranie paszy, a u tuczników zmniejszyły się przyrostyienne i pogorszyło wykorzystanie paszy. Jednak ekstruzja nasion wyeliminowała te negatywne skutki.

Ze względu na dużą zawartość w tłuszczu sojowym nienasyconych kwasów tłuszczowych (NKT), pasza ta skarmiana w zbyt dużych ilościach może u tuczników pogorszyć jakość i trwałość słoniny, co ma negatywny wpływ na produkty wędliniarskie o przedłużonej trwałości przechowalniczej. Dlatego dla trzody zaleca się w mieszankach treściwych następujące ilości ekstrudowanych nasion soi: lochy prośne – 10-12, lochy karmiące – 10-15, warchlaki – 10-12, tuczniki – 10-12 (do masy ciała 70 kg) i do 15% dla tuczników cięższych. Udział nasion soi w mieszankach dla tuczników, zwłaszcza dla zwierząt o masie ciała powyżej 60 kg do dnia uboju wynika z zawartości w nich oraz w pozostałych komponentach paszowych kwasu linolowego, a także przeznaczenia mięsa - czy ma być spożywane w produktach świeżych czy produktach wymagających okresu dojrzewania. Większe ilości nasion sojowych można stosować w mieszankach jęczmiennych, niż w kukurydzianych, gdyż ten ostatni surowiec jest bogaty w nienasycone kwasy tłuszczowe.

Skarmianie nasion soi może polepszyć skład kwasu tłuszczowych mięsa, wprowadzając do niego prozdrowotne kwasy n-3, które mają pozytywny wpływ na zdrowie ludzi. Tym samym mięso takie będzie można uznać za żywność funkcjonalną.



Jednym z nowszych sposobów uzdatniania roślinnych pasz białkowych jest fermentacja mlekowa. Można ją wykorzystać do przygotowania ześrutowanych pełnych nasion soi przeznaczonych do skarmiania w żywieniu świń. Z rezultatów badań wynika, że skarmianie od 5 do 15% autoklawowanej śruty sojowej, którą następnie poddano fermentacji z dodatkiem 2% śruty kukurydzianej i 1% glukozy zwiększyło u loch karmiących pozorną strawność białka, tłuszczu, wapnia i fosforu, natomiast u prosiąt zmniejszyło śmiertelność i zwiększyło masę miotów. Ponadto w paszy obniżyła się ilość substancji bioaktywnych antyżywniowych.

6.3. Pasza GMO vs non-GMO

Zgodnie z Rozporządzeniem (WE) NR 1829/2003 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 22 września 2003 r. w sprawie genetycznie zmodyfikowanej żywności i paszy, aby uznać paszę za wolną od GMO nie może ona zawierać powyżej 0,9% genetycznie zmodyfikowanych surowców. Przekroczenie tej ilości zobowiązuje producenta do zadeklarowania, że w danym produkcie została przekroczona wartość normatywna. Musi także podać, jakiego materiału genetycznie zmodyfikowanego użyto – np. soi Roundup Ready.

Wprowadzenie w żywieniu inwentarza żywego pasz o charakterze funkcjonalnym, jakimi są produkty z nasion soi non-GMO pozwoli na wytworzenie surowców zwierzęcych również o charakterze żywności funkcjonalnej. Zastosowanie takich komponentów paszowych może przyczynić się do obniżenia kosztów żywienia zwierząt, co mogłoby podnieść efektywność produkcji. Ponadto, wprowadzenie na rynek produktów non-GMO będzie spełniało oczekiwania społeczne odnośnie żywności bez GMO.

6.4. Podsumowanie

W celu zapewnienia swobody wyboru artykułów spożywczych wyprodukowanych z udziałem lub bez udziału organizmów modyfikowanych genetycznie, a także ze względów ekonomicznych (tańsze pasze), należy wprowadzać do żywienia zwierząt gospodarskich produkty sojowe pochodzące z roślin niemodyfikowanych genetycznie, gdyż można nimi częściowo zastąpić inne źródła białka.

Ekstrudowane nasiona soi niemodyfikowanej genetycznie uprawianej w województwach kujawsko-pomorskim i wielkopolskim pod względem jakości pokarmowej i odżywczej są wartościową paszą białkowo-energetyczną.



Skarmianie nasion ekstrudowanych w warunkach produkcyjnych w gospodarstwach rolników – członków Konsorcjum Moja Soja wykazało, że całkowite zastąpienie śruty poekstrakcyjnej sojowej nasionami ekstrudowanymi soi n-GMO jest możliwe, jednak u młodych zwierząt, zwłaszcza prosiąt odsadzonych i warchlaków mogą wystąpić niższe średnie dzienne przyrosty masy ciała i większe spożycie paszy.

Na podstawie przeprowadzonych prac w 5 wybranych gospodarstwach rolnych w województwach kujawsko-pomorskim i wielkopolskim, w których skarmiano ekstrudowane pełne nasiona soi (EPNS) oraz częściowo odolejone (EONS), pochodzące z roślin non-GMO można stwierdzić, że udział EPNS w żywieniu prosiąt odsadzonych i warchlaków może dochodzić do 10% w MPP, w żywieniu tuczników – do 16% w MPP grower i do 15% w MPP finisz oraz nasion EONS w żywieniu cieląt w wieku od 3 do 6 m-ca życia w MPU na poziomie do 21%.



7. STRESZCZENIE

Celem badań była optymalizacja skarmiania ekstrudowanych nasion soi konwencjonalnej (non-GMO, nGMO) w mieszankach paszowych dla zwierząt utrzymywanych w gospodarstwach rolnych członków Konsorcjum Moja Soja działających w ramach Grupy Operacyjnej Europejskiego Partnerstwa Innowacyjności (EPI). Gospodarstwa były położone na terenie dwóch województw: kujawsko-pomorskiego (dwa gospodarstwa – produkcja trzody chlewnej w cyklu zamkniętym – gosp. A i tucz świń w cyklu otwartym – gosp. B) i wielkopolskiego (trzy gospodarstwa – w dwóch gospodarstwach produkcja trzody chlewnej w cyklu zamkniętym (gosp. C i D) i w jednym gospodarstwie chów bydła mlecznego – gosp. E, gospodarstwo wolne od GMO. Geograficzna lokalizacja gospodarstw pomiędzy 52 a 53° szerokości geograficznej północnej i między 17 a 19° długości geograficznej wschodniej.

Nasiona soi non-GMO pochodziły z własnych upraw członków Konsorcjum. W trzech gospodarstwach (dwóch w woj. kujawsko-pomorskim – A i B i jednym w województwie wielkopolskim – chów bydła mlecznego – E) nasiona ekstrudowano za pomocą ekstruderów zakupionych przez rolników przy dofinansowaniu w ramach Programu PROW – Działanie 16 Współpraca, Umowa nr 00003.DDD.6509.00029.2017.02. W przypadku dwóch gospodarstw z województwa wielkopolskiego (C i D) utrzymujących świnie, przewidziano usługowe wykonanie ekstruzji przez podmioty zewnętrzne – firmy usługowe (dofinansowanie usługi w ramach Programu Operacyjnego PROW – Działanie M16 Współpraca, Umowa nr 00003.DDD.6509.00029.2017.02).

W próbach pasz pobranych w gospodarstwach wykonano następujące analizy chemiczne: oznaczenie zawartości suchej masy, popiołu surowego, białka ogólnego, tłuszczu surowego i włókna surowego, zawartości włókna detergentowego neutralnego (NDF) i kwaśnego (ADF), skrobi oraz w ekstrudowanych nasionach soi zawartości wapnia i fosforu, lizyny, metioniny, cystyny, treoniny i tryptofanu, profilu kwasów tłuszczowych i obecności niektórych roślinnych czynników bioaktywnych o charakterze antyżywniowym – stachiozy i rafinozy oraz inhibitorów trypsyny.

W jednym gospodarstwie przeprowadzono badania na prosiętach odsadzonych (C), w jednym gospodarstwie (D) na warchlakach, w dwóch gospodarstwach na tucznikach (A i B) oraz w jednym gospodarstwie na cielętach (E). Dobór zwierząt do grup był losowy. Żywienie do woli, przy stałym dostępie do wody (poidła). W mieszankach treściwych doświadczalnych zastosowano ekstrudowane pełnotłuste nasiona soi non-GMO uprawianej w gospodarstwach członków Konsorcjum zamiast poekstrakcyjnej śrutu sojowej GMO (świnie) lub wprowadzono



odolejone ekstrudowane nasiona soi non-GMO, zastępując poekstrakcyjną śrutę sojową non-GMO (ciełeta).

Zawartość rafinozy i stachiozy – kilkucukrów nie rozkładanych w przewodzie pokarmowym zwierząt monogastrycznych, w badanych nasionach soi non-GMO mieściła się w zakresie wartości podawanych w piśmiennictwie dla nasion nie poddanych zabiegom barotermicznym. Natomiast po ekstruzji nasiona zawierały mniej inhibitorów trypsyny niż prezentowane w literaturze.

Ekstrudowane nasiona soi niemodyfikowanej genetycznie uprawianej w województwach kujawsko-pomorskim i wielkopolskim pod względem jakości pokarmowej i odżywczej są wartościową paszą białkowo-energetyczną.

W żywieniu prosiąt odsadzonych i warchlaków udział nasion ekstrudowanych pełnych w mieszance pełnoporcjowej wynosił 10%, w mieszance pełnoporcjowej typu grower dla tuczników 16%, a w mieszance typu finisz – 15%, natomiast w mieszance paszowej uzupełniającej dla cieląt od 3 m-ca do pół roku życia – 21% nasion ekstrudowanych częściowo odolejonych.

Skarmianie nasion ekstrudowanych w warunkach produkcyjnych w gospodarstwach rolników – członków Konsorcjum Moja Soja wykazało, że całkowite zastąpienie śruty poekstrakcyjnej sojowej nasionami ekstrudowanymi soi n-GMO jest możliwe, jednak u młodych zwierząt, zwłaszcza prosiąt odsadzonych i warchlaków mogą wystąpić niższe średnie dzienne przyrosty masy ciała i większe spożycie paszy.



8. SPIS PIŚMIENICTWA

1. Biel W., 2011. Skład chemiczny i jakość białka konwencjonalnej i genetycznie zmodyfikowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej. *Folia Pomeranae Universitatis Technologiae Stetinensis, Agriculturae, Alimentarium, Piscarium, Zootechnicum* 290(20), 17-24.
2. Brzóska F., 2009a. Czy istnieje możliwość substytucji białka GMO innymi surowcami białkowymi (Część I). *Wiadomości Zootechniczne XLVII* (1), 3-9.
3. Brzóska F., 2009b. Czy istnieje możliwość substytucji białka GMO innymi surowcami białkowymi (Część II). *Wiadomości Zootechniczne XLVII* (2), 3-11.
4. Brzóska F., Śliwiński B., Michalik-Rutkowska O., 2010. Pasze rzepakowe – miejsce w bilansie białkowym kraju oraz wartość pokarmowa. Część 1. *Wiadomości Zootechniczne XLVIII* (2-3), 11-18.
5. Brzóska F., 2016. Soja niemodyfikowana genetycznie – jej produkcja i możliwości wykorzystania w żywieniu zwierząt w Polsce. Część I. Soja w bilansie paszowym i jej uprawa w kraju. *Wiadomości Zootechniczne LIV* (4), 98-110.
6. Brzóska F., 2017. Soja niemodyfikowana genetycznie – jej produkcja i możliwości wykorzystania w żywieniu zwierząt w Polsce. Część II. Pasze sojowe w żywieniu zwierząt. *Wiadomości Zootechniczne LV* (1), 67-79.
7. Dzwonkowski W., 2016. Analiza sytuacji na krajowym rynku pasz białkowych w kontekście ewentualnego zakazu stosowania materiałów paszowych GMO. *Stowarzyszenie Ekonomistów Rolnictwa i Agrobiznesu. Roczniki Naukowe XVIII* (3), 47-52.
8. Grochowicz J., 1996. *Technologia produkcji mieszanek paszowych*. PWRiL, Warszawa.
9. Hanczakowska E., Księżak J., 2012. Krajowe źródła białkowych pasz roślinnych jako zamienniki śruty sojowej GMO w żywieniu świń. *Roczniki Naukowe Zootechniki* 39(2), 171-187.
10. Jaśkiewicz T., Sagan A., Masłowski A., 2010. Wpływ czasu autoklawowania nasion krajowych odmian soi na zawartość lizyny reaktywnej. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość* 4(71), 73-80.
11. Lindermayer H., Dr. W. Preißinger W., Propstmeier G., 2011. *Heimische Eiweißfuttermittel Unterrichts- und Beratungshilfe*. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft, Freising-Weihenstephan.



12. Noblet J., Perez J.M., 1993. Prediction of digestibility of nutrients and energy values of pig diets from chemical analysis. *Journal of Animal Science* 71, 3389–3398.
13. Praca zbiorowa, DLG – tabele wartości pokarmowej pasz i norm żywienia przeżuwaczy. DLG-Verlag, wyd. polskie, PP-H Vit-Tra, Kusowo.
14. Praca zbiorowa, 2014. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Normy żywienia świń. Red. E.R. Grela, J. Skomiał. IFiŻZ PAN PIB, Jabłonna.
15. Praca zbiorowa, 2014a. Futterberechnung für Schweine. W: LfL–Information. Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Arbeitsbereich Schweineernährung. 21. Auflage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Bayern, Freising-Weihenstephan.
16. Praca zbiorowa, 2019. Gruber Tabelle zur Fütterung der Milchkühe, Zuchtrinder, Schafe, Zigen. W: LfL–Information. Institut für Tierernährung und Futterwirtschaft, Arbeitsbereich Schweineernährung. 44. Auflage. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL), Bayern, Freising-Weihenstephan.
17. Rozporządzenie Komisji (WE) nr 152/2009 z dnia 27 stycznia 2009 r. ustanawiające metody pobierania próbek i dokonywania analiz do celów urzędowej kontroli pasz.
18. Sieradzki Z., Walczak M., Kwiatek K., 2006. Occurrence of genetically modified maize and soybean in animal feedingstuffs. *Bulletin of Veterinary Institute in Pulawy* 52, 567-570.
19. Świąch E., 2017. Alternative prediction methods of protein and energy evaluation of pig feeds. *Journal of Animal Science and Biotechnology* 8: 39. DOI 10.1186/s40104-017-0171-7
20. Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science* 74, 3583-3597.