

**Instytut Zoologii**
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY

Dorota Kowalska
Andrzej Gugolek
Janusz Strychalski

ZASTOSOWANIE PASZ RZEPAKOWYCH W ŻYWIENIU KRÓLIKÓW

MONOGRAFIA



Kraków 2016

**Dorota Kowalska
Andrzej Gugolek
Janusz Strychalski**

**Zastosowanie
pasz rzepakowych
w żywieniu królików**

M O N O G R A F I A

Kraków 2016

**INSTYTUT ZOOTECHNIKI
PAŃSTWOWY INSTYTUT BADAWCZY**

32-083 Balice, ul. Krakowska 1 tel. 12 3572500 fax 12 2856733
e-mail: izooinfo@izoo.krakow.pl *internet:* <http://www.izoo.krakow.pl>

DYREKTOR INSTYTUTU ZOOTECHNIKI PIB

prof. dr hab. Eugeniusz Herbut

Recenzenci:

prof. dr hab. Marian Brzozowski

prof. dr hab. Stanisław Socha

Opracowanie redakcyjne:

mgr Magdalena Bielska

Skład tekstu:

Maria Makarewicz

Opracowanie graficzne i projekt okładki:

mgr Bogusława Krawiec

Fot. na okładce:

dr hab. Dorota Kowalska, prof. IZ PIB

ISBN 978-83-7607-274-6

© Copyright by Instytut Zootechniki PIB

Ark. wyd. 6,6. Ark. druk. 6,1.

Druk: Zespół Wydawnictw i Poligrafii IZ PIB, 32-083 Balice k. Krakowa.

Spis treści

Wstęp	5
1. Chów i hodowla królików na świecie i w Polsce	7
2. Charakterystyka mięsa królików i jego rola jako żywności funkcjonalnej	11
3. Charakterystyka rzepaku (<i>Brassica napus</i> L.) jako rośliny uprawnej	17
3.1. Uprawa rzepaku w Polsce	21
4. Charakterystyka pasz rzepakowych	26
4.1. Nasiona rzepaku	26
4.2. Makuch rzepakowy	29
4.3. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa	31
4.4. Łuska rzepakowa	33
4.5. Olej rzepakowy	34
4.6. Glicerol	37
5. Pasze rzepakowe w żywieniu różnych gatunków zwierząt gospodarskich	39
6. Pasze rzepakowe w żywieniu królików	47
6.1. Nasiona rzepaku w żywieniu królików	47
6.2. Makuch rzepakowy w żywieniu królików	49
6.3. Śruta rzepakowa poekstrakcyjna w żywieniu królików	59
6.4. Łuska rzepakowa w żywieniu królików	65
6.5. Olej rzepakowy w żywieniu królików	66
6.6. Glicerol w żywieniu królików	72
6.7. Inne rośliny z rodziny kapustowatych (<i>Brassicaceae</i>) w żywieniu królików	74
7. Podsumowanie	79
8. Piśmiennictwo	80

Wstęp

W ostatnich latach zarówno w Polsce jak i na świecie notuje się wzrost zainteresowania mięsem królików. Zaczynają być doceniane jego jakość, walory dietetyczne i prozdrowotne. Ponieważ większość żywca króliczego produkowana jest w fermach wielkostadnych, gdzie króliki żywione są mieszankami pełnoporcjowymi granulowanymi, istnieje potrzeba doskonalenia tego sposobu żywienia. Powinno ono dotyczyć zarówno aspektu wartości pokarmowej, jak i ekonomiki tuczu. Warto zatem podjąć próbę wykorzystania w naszym kraju powszechnie dostępnych, relatywnie tanich, ubocznych surowców paszowych. Taką grupą pasz są, obok innych, surowce paszowe pochodzące z przetwórstwa rzepaku (*Brassica napus* L.), takie jak: makuch rzepakowy, śruta rzepakowa poekstrakcyjna, łuska rzepakowa, olej rzepakowy oraz gliceryna. Warto przypomnieć, że rzepak jest jedną z szerzej uprawianych w Polsce roślin.

Przedstawiona Czytelnikom monografia traktuje szeroko o możliwościach zastosowania wyżej wymienionych pasz w żywieniu królików ras i linii mięsnych. W opracowaniu skupiono się na królikach mięsnych, gdyż właśnie ten kierunek użytkowania jest dominujący w Polsce i Europie. Przedstawiono wyniki szeregu prac naukowych, zarówno krajowych, jak i zagranicznych, dotyczących omawianego zagadnienia. Dodatkowo krótko opisano możliwości zastosowania w żywieniu tego gatunku pasz pochodzących od innych pokrewnych rzepakowi roślin z rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*), przede wszystkim makuchu powstającego podczas pozyskiwania oleju z gorczycy.

Opracowanie powstało nie tylko na podstawie licznie zgromadzonej naukowej literatury krajowej i zagranicznej innych naukowców, lecz także w oparciu o badania własne prowadzone w macierzystych jednostkach autorów, w Instytucie Zootechniki Państwowym Instytucie Badawczym w Balicach koło Krakowa oraz w Katedrze Hodowli Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie.

Impulsem do napisania monografii były rozmowy z hodowcami oraz przedstawicielami firm paszowych, zainteresowanych modyfikacją i optymalizacją dawek pokarmowych przeznaczonych dla królików mięsnych.

Dotychczas pokutuje wiele przesądów i niesłusznych twierdzeń dotyczących stosowania rzepaku i jego produktów ubocznych w żywieniu zwierząt, w tym także królików. Wynika to prawdopodobnie z niepowodzeń w stosowaniu w ubiegłych dekadach rzepaku zawierającego znaczne ilości substancji antyżywniowych. Opracowanie to ma rozwiązać te wątpliwości i przedstawić rzeczywistą wartość pokarmową i możliwości stosowania pasz rzepakowych w żywieniu królików mięsnych.

W pierwszych rozdziałach monografii, aby wprowadzić Czytelników w zagadnienie, przedstawiono skalę chowu i hodowli królików na świecie i w Polsce oraz dokonano krótkiej charakterystyki mięsa królików i żywieniowych metod modyfikacji jego jakości. Dokonano także charakterystyki rzepaku (*Brassi-*

ca napus L.) jako rośliny uprawnej oraz przedstawiono charakterystykę dostępnych pasz rzepakowych. W dalszych rozdziałach omówiono krótko wykorzystanie pasz rzepakowych w żywieniu różnych gatunków zwierząt gospodarskich oraz szczegółowo, w porządku chronologicznym, dokonano przeglądu badań dotyczących wykorzystania różnych pasz rzepakowych w żywieniu królików mięsnych. Na zakończenie monografii przedstawiono obszerny wykaz wykorzystanego piśmiennictwa, który powinien być zachętą dla Czytelników do samodzielnego zgłębiania omawianych zagadnień.

Oddając monografię do rąk Czytelników, autorzy życzą przyjemnej lektury oraz mają nadzieję, że przekazana wiedza – chociaż zapewne niepełna – pomoże w doskonaleniu żywienia tej grupy zwierząt i uzyskiwaniu lepszej jakości produktu – mięsa królików.

Autorzy

1. Chów i hodowla królików na świecie i w Polsce

Chów i hodowla królików staje się coraz bardziej popularna prawie na całym świecie. Według FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations) największymi producentami mięsa króliczego są Chiny i Włochy. W Europie czołowymi krajami produkującymi mięso królicze, oprócz Włoch, są Francja i Hiszpania (McNitt i in., 2013). Porównując poszczególne kontynenty, prym wiodzie Azja, gdzie produkuje się 44% mięsa króliczego (w tym Chiny 39%), na kolejnym miejscu znajduje się Unia Europejska, a następnie Ameryka Łacińska, gdzie wiodącym krajem jest Wenezuela. Polska produkuje rocznie około 25 tys. ton mięsa króliczego, pochodzącego w 75% od królików bezrasowych. Dane te mają oczywiście charakter szacunkowy i pamiętać należy także o tym, że spora część produkcji realizowana jest w tzw. chowie przydomowym przez gospodarstwa produkujące głównie na własne potrzeby. Szacowaną produkcję mięsa króliczego czołowych producentów w latach 2010-2012 przedstawiono w tabeli 1.

W krajach Europy Zachodniej, już od czasów średniowiecza, popularny był przydomowy chów królików, a ich mięso stanowiło ważny element diety. Z upływem czasu hodowla królików zaczęła mieć wymiar wielkotowarowy. Praca hodowlana doprowadziła do wyprodukowania brojlerów króliczych, których mięso jest coraz powszechniej obecne w diecie Europejczyków ze względu na jego walory prozdrowotne (Barabasz i Bieniek, 2003; Kowalska, 2009; Chwastowska-Siwiecka i in., 2011).

W Chinach szczególnie popularne są hodowle królików w kierunku wełnistym, które stanowią około połowę utrzymywanych stad. Mięso pozyskiwane od królików angorskich jest raczej produktem ubocznym. Szacuje się, że pogłowie królików mięsnych w Chinach będzie wzrastać ze względu na konieczność wzbogacenia diety części społeczeństwa, dotychczas opartej głównie na zbożach i ich produktach, w wysokowartościowe białko (McNitt i in., 2013).

Tabela 1. Szacowana produkcja mięsa króliczego w latach 2010-2012
(www.faostat.fao.org)

Kraj	Produkcja mięsa króliczego w kolejnych latach (tys. ton)		
	2010	2011	2012
Chiny	690,0	731,0	735,0
Włochy	255,5	255,0	262,5
Hiszpania	66,2	67,0	67,5
Francja	50,2	56,2	52,9
Polska	2,9	2,9	2,8
Produkcja światowa	1738,5	1815,6	1833,8

Mięso królicze jest powszechnie akceptowane ze względu na swoją wysoką jakość i walory prozdrowotne. Ponadto docenia się potencjał produkcyjny tych zwierząt, gdyż ich żywienie jest bardziej ekonomiczne niż bydła czy trzody chlewnej.

Również w Polsce wzrasta zainteresowanie mięsem królików. Rozwój chowu tych zwierząt w naszym kraju można datować na przełom X i XI wieku. Według pierwszych pisemnych wzmianek rozpoczęły go siostry zakonne w obecnych Świątnikach (dawna nazwa Górki), miejscowości położonej koło Krakowa – osadzie służebnej należącej do kapituły katedry krakowskiej. Mięso królików uważane było wówczas za potrawę postną, a Polska, jak podają źródła historyczne, była w tym okresie jednym z krajów o najdłużej trwających postach. Wymuszone były one zarówno przez duchowieństwo, jak i władzę świecką, stąd prawdopodobnie wynikało zainteresowanie siostr chowem właśnie tych zwierząt (Niedźwiadek, 1984; Kowalska, 2013a).

Chów i hodowla królików w Polsce nie były jednak specjalnie popularne, co wiązało się zapewne z brakiem tradycji spożywania tego gatunku mięsa, jak i małym zainteresowaniem skórami, które rzadko były wykorzystywane do szycia odzieży. Z całą pewnością można stwierdzić, że do końca XVII wieku mięso królicze nie znajdowało uznania w wyższych warstwach społecznych Polski, pojawiało się natomiast na stołach biedniejszych, zastępując w świątecznym rosolu kury i gęsi spożywane przez bogatych. Na królewskich stołach zagościło tak naprawdę dopiero wraz z królewską dynastią Sasów. To król August II Sas (1670-1733) na terenie obecnej „Królikarni” w Warszawie założył zwierzyniec, gdzie trzymano dzikie króliki, zakupione prawdopodobnie za granicą, które były celem podczas polowań. „Królowały” one później na stołach podczas wystawnych kolacji. Tradycję tę podtrzymywał również kolejny król, August III (1696-1763), jednak po jego śmierci folwark popadł w ruinę, a teren opanowały króliki, na które już nikt nie polował. Źródła historyczne podają, że podobne zwierzętarne znajdowały się również w niektórych rezydencjach magnackich, jak np. w zespole pałacowo-ogrodowym Branickich w Białymstoku, nazywanym przez niektórych „Podlaskim Wersalem”. Nie zachowały się jednak informacje o prowadzonej tam pracy hodowlanej (Kobylarz, 2013; Kowalska, 2015a). Jednym słowem, zamiłowanie do polowań dynastii Sasów pomogło mięsu króliczemu wkraść się w łaski naszych przodków i rozgościć na polskich stołach, a nawet postawiło go na równi z dziczyzną, ale głównie z racji wygody, gdyż po ten gatunek mięsa nie musiano wyprawiać się do puszczy.

Pewną rolę w propagowaniu spożycia mięsa króliczego w XVII i XVIII-wiecznej Polsce mieli zakonnicy w klasztorach, które były czynnikiem szerzenia się obcych wpływów, w tym również kulinarnych. Poszczególne zakony miały bowiem swoje domy macierzyste we Włoszech, Hiszpanii, Francji czy w Niemczech (krajach o tradycji spożycia mięsa króliczego), skąd przenikały do nich światowe nowinki. Klasztory były otwarte dla bogatych gości, a potrawy serwowane w czasie wystawnych uczt docierały z czasem na ich stoły (Kowalska, 2015a).

Jednak do XIX wieku hodowla królików w Polsce nie miała większego znaczenia ekonomicznego, chociaż znane były nieliczne, wprawdzie hobbistyczne,

hodowle, które szczyły się wytworzeniem własnej rasy królików białych, czerwonych albinosów. Większy rozwój tej gałęzi produkcji rolnej nastąpił dopiero po wojnie francusko-pruskiej (1870-1871), w której udział brali także polscy żołnierze. W tym okresie we Francji hodowla królików stała już na wysokim poziomie, dlatego powracający żołnierze, zachęteni stosunkowo prostą i taną produkcją, przywozili te zwierzęta i znajomość ich hodowli do kraju (Niedźwiadek, 1984). Od tego momentu możemy zatem mówić o początkach ukierunkowanej na produkcję mięsa hodowli tego gatunku zwierząt.

Do wybuchu II wojny światowej pogłowie królików w Polsce liczyło około 10-12 mln samic. Rejonem, w którym utrzymywano najczęściej tych zwierząt, był Śląsk (Barabasz i Bieniek, 2003). Po wojnie pogłowie wzrosło do 15 mln samic. Największą popularnością cieszyły się króliki bezrasowe, które utrzymywano głównie w warunkach przydomowych. Zazwyczaj był to chów ekstensywny, a żywienie opierało się na zielonkach i odpadkach kuchennych.

O polskich fermach prowadzących pracę hodowlaną i wprowadzających nowoczesne metody utrzymania i żywienia królików możemy mówić dopiero po 1960 roku (Kopański, 1990). W tym okresie wprowadzono nawet powszechny skup królików i przy rocznej produkcji wynoszącej około 26-27 tys. ton mięsa rozpoczęto eksport tuszek mrożonych do krajów Europy Zachodniej. Organizacją skupu oraz przetwórstwa zajęły się Gminne Spółdzielnie „Samopomoc Chłopska”.

W następnym dziesięcioleciu nastąpił dalszy rozwój produkcji króliczej, zwłaszcza w sektorze spółdzielczym i państwowym. W tym właśnie okresie populacja tych zwierząt była szacowana na ponad 20 mln sztuk samic stada podstawowego.

Oprócz eksportu królików ras typowo mięsnych Polska stała się jednym z większych eksporterów wełny pochodzącej od królików rasy angora.

W latach 80. ubiegłego wieku, po załamaniu systemu gospodarki socjalistycznej i wstrzymaniu wysokich dotacji dla sektora spółdzielczo-państwowego, nastąpiło obniżenie produkcji mięsa króliczego do około 20 tysięcy ton rocznie. Chów odbywał się głównie w gospodarstwach przydomowych i koncentrował się na uzupełnieniu limitu „kartkowego” na mięso. W 1989 roku, po przemianach ustrojowych, nastąpiło częściowe zahamowanie produkcji mięsa króliczego. Z powodu braku opłacalności całkowicie zniknęła jedna z gałęzi hodowli – króliki angorskie (Bielański i Kowalska, 2009).

Przeprowadzony w 1996 roku Powszechny Spis Rolny wykazał, że pogłowie samic wszystkich ras królików utrzymywanych w 159,7 tys. gospodarstwach wynosił 1 090 908 sztuk. Najwięcej, bo 83,4% pogłowia, znajdowało się w gospodarstwach liczących od 1-9 sztuk samic i tylko 5,1% w liczących powyżej 20 samic stada podstawowego. Kolejny spis rolny w 2002 roku wykazał zmniejszenie pogłowia do 870 000 sztuk samic, a więc spadek o 20,2%. Produkcja mięsa w tym okresie wyniosła 2 tys. ton.

W 2010 roku zanotowano dalszy spadek pogłowia królików, liczba samic zmniejszyła się do 631 500 sztuk, a chów prowadziło 116 tys. gospodarstw rolnych. Przeciętnie 1-4 sztuk królików utrzymywało 66,3%, 5-9 sztuk – 19,4%, a więcej niż 20 sztuk – 4,8% gospodarstw. Było to o 30,1% mniej niż w 2002 roku.

Należały one w zdecydowanej większości do sektora prywatnego, bowiem w ramach sektora publicznego odnotowano zaledwie 3 podmioty utrzymujące samice królików (Powszechny Spis Rolny, 2010).

W ostatnich latach chów i hodowla tych zwierząt w Polsce zyskują coraz bardziej na popularności. Wstąpienie Polski do Wspólnoty Europejskiej otworzyło szeroką i chłonną drogę zbytu dla mięsa królików. Aktualnie produkcja żywca króliczego i eksport mięsa jest jedyną działalnością, która nie podlega ograniczeniom w Unii Europejskiej. Wzrost popytu na mięso królicze w Europie i zwiększające się zainteresowanie producentami dysponującymi surowcem o najwyższym standardzie jakościowym jest dużą szansą dla polskich hodowców. Należy więc oczekiwać wzrostu ilości producentów mięsa króliczego, związanym szczególnie ze zwiększeniem się liczby ferm liczących 150-200 samic stada podstawowego. Produkcja taka daje większe korzyści finansowe niż tradycyjny chów królików, prowadzony w oparciu o kilka lub kilkanaście sztuk samic. Umożliwia bowiem regulowanie wzrostu ilościowego produkcji w zależności od potrzeb rynkowych oraz pozyskiwanie dużej liczby tuszek o jednolitym standardzie, podobnym otłuszczeniu, barwie, masie, kształcie i walorach smakowych. Pozwala także na maksymalne wykorzystanie zdolności biologiczno-produkcyjnych tych zwierząt.

Nie bez znaczenia jest również wzrost zainteresowania spożyciem mięsa króliczego w Polsce. W 2015 roku statystyczny obywatel naszego kraju skosztował 1,2 kg, podczas gdy w roku 2010 jedynie 0,6 kg. Poprawiła się także jego dostępność w sklepach, szczególnie w dużych sieciach handlowych, dysponujących mięsem świeżym i mrożonym. Do wzrostu popularności tego gatunku mięsa w niemałym stopniu przyczyniły się, oprócz grypy ptaków, choroby, na które zapadają bydło i trzoda chlewna (BSE, pryszczycyca). Inną przyczynę stanowi coraz większa dbałość naszego społeczeństwa o zdrowie, co wiąże się z dużym zainteresowaniem produktami lekkostrawnymi, mającymi właściwości dietetyczne, o niskiej zawartości cholesterolu (Kowalska, 2009).

Na podstawie dostępnych danych trudno jest oszacować liczbę wszystkich ubijanych w kraju królików. W Polsce duże znaczenie ma bowiem chów przydomowy. Traktowany jest jako dodatkowe źródło dochodu lub jako dodatkowe źródło białka zwierzęcego dla rodziny. Nie ma niestety żadnych danych liczbowych dotyczących tego typu produkcji. Opierać się można jedynie na danych GUS, odnoszących się do zwierząt gospodarskich, który podaje wyniki dotyczące uboju królików w rzeźniach i ubojniach. W 2011 roku ubito tam 411 442 sztuki królików (tj. 1148 ton masy żywca) (Rocznik statystyczny..., 2012), w 2012 roku 380 604 sztuki (tj. 1059 ton masy żywca), w 2013 roku 542 212 sztuk (tj. 1473 tony masy żywca), natomiast w 2014 roku 453 360 sztuk królików (tj. 1258 ton masy żywca) (Zwierzęta gospodarskie..., 2015).

2. Charakterystyka mięsa królików i jego rola jako żywności funkcjonalnej

Jak wspomniano, mięso królicze jest coraz bardziej cenionym surowcem, o czym może świadczyć sukcesywny wzrost pogłowia królików na świecie. Należy do mięs białych, chudych, ponadto zawiera wysoką ilość dobrze przyswajalnego białka, o korzystnym dla człowieka składzie aminokwasów, ma również odpowiedni profil kwasów tłuszczowych. W mięsie króliczym znajduje się wiele niezbędnych witamin (szczególnie z grupy B) i mikroelementów.

Uważa się, że najważniejszym dla konsumenta czynnikiem przy wyborze mięsa jest jego barwa. Na podstawie wartości parametrów $L^*a^*b^*$ w układzie CIE (CIE, 1976) mięso królicze należy zaliczyć do mięs białych (Nutrition of the rabbit..., 2010), z niewielkim udziałem koloru czerwonego oraz znacznym udziałem barwy żółtej (Chwastowska-Siwiecka i in., 2011). Ważnymi parametrami jakości mięsa jest jego wartość pH (pomiar stężenia jonów wodorowych), mierzona bezpośrednio i po dwudziestu czterech godzinach po uboju oraz w dużym stopniu zależne od kwasowości – wodochłonność, kruchość, barwa i smak. O dobrej jakości mięsa króliczego świadczy wartość pH mieszcząca się w przedziale 6,1-6,9, mierzona bezpośrednio po uboju. Według Bielańskiego (2004) o prawidłowym przebiegu glikolizy można mówić w momencie, kiedy po dwudziestu czterech godzinach wartość pH schłodzonego mięsa obniży się do 5,8. Tempo zmniejszania wartości pH zależy od stanu zwierzęcia w chwili uboju – obniża się szybciej, gdy zwierzę było zdrowe, wypoczęte, niezestresowane.

Kowalska i in. (2011) wykazali wysoki wpływ stresu na jakość pozyskanego mięsa od królików. Stwierdzona wartość kwasowości czynnej i cechy jakościowe dla mięsa zwierząt nieodpornych na stres pozwoliła zakwalifikować je do grupy mięs z wadą PSE (ang. pale, soft, exudative). Nadmierne obniżenie pH w mięśniach osobników z wadą PSE stanowi bezpośrednią przyczynę zmniejszenia aktywności jonowej białka, mniejszej rozpuszczalności i znacznego obniżenia zdolności wiązania wody, wskutek utraty nieprzepuszczalności błon komórkowych. Przy bardzo zaawansowanej wodnistości zmienia się struktura tkanki mięśniowej, tracąc swoją elastyczność i spoistość, przypominając w pewnej mierze mięso ugotowane. Mięso wodniste ma ograniczoną wartość przetwórczą i gorsze walory organoleptyczne.

W mięsie króliczym odnotowano również przypadki wady DFD (ang. dark, firm, dry) (Nutrition of the rabbit..., 2010). Przyczyną tej wady (mięso koloru ciemnego, suche, o zbitej konsystencji z oznakami dużej lepkości powierzchni) jest zbyt mała ilość glikogenu w mięśniach w trakcie uboju, przez co nie spada wartość pH mięsa. Wada DFD jest często wynikiem niewłaściwego postępowania przed ubojem lub brakiem wypoczynku ubojowego. Mięso ma zmniejszoną trwałość, co pogarsza jego przydatność do produkcji mięsa kulinarnego i przetworów przeznaczonych do długiego przechowywania (Warriss i in., 2006).

Mięso królicze cechuje wysoka wartość biologiczna (przydatność do odbudowy tkanek ludzkiego organizmu), która według wzorca zalecanego przez FAO/WHO jest równoważna wartości białka mleka, przewyższając tym samym wieprzowinę i wołowinę. Skład chemiczny mięsa króliczego w poszczególnych wyrębach, według badań Combes i Dalle Zotte (2005), został przedstawiony w tabeli 2. Warto dodać, że białko mięsa króliczego jest aż w 90% przyswajane przez organizm człowieka, podczas gdy wołowina tylko w 62% (Lewczuk i in., 2000; Łabędzka, 1990). Wartość energetyczna mięsa króliczego, wynosząca według różnych autorów od 638,8-789 kJ/100 g, także góruje nad wołowiną (548,7 kJ/100 g), cielęciną (382,4 kJ/100 g) czy drobiem (415,9 kJ/100 g) (Kowalska i in., 2012).

Tabela 2. Skład chemiczny (%) i poziom energii brutto (kJ/100 g) w poszczególnych wyrębach oraz tuszkach króliczych (według Combes i Dalle Zotte, 2005)

Wyszczególnienie	Część przednia	Comber	Część tylna	Tuszka
Woda	70	75	74	70
Białko ogólne	19	22	22	20
Tłuszcz	9	2	3	8
Popiół surowy	nie badano	1	1	2
Energia brutto	899	603	658	789

Białko pochodzące z mięsa króliczego zawiera znaczną ilość aminokwasów egzogennych (tab. 3). Analizując skład aminokwasowy mięsa królików na tle mięs pozyskiwanych od innych gatunków, stwierdzono, że jest ono bogatsze w lizynę, treoninę, leucynę i fenyloalaninę, co potwierdza jego wysoką wartość biologiczną (Nutrition of the rabbit..., 2010).

Tłuszcz króliczy jest koloru białego, miękki i delikatny. Odkładany jest głównie w okolicy nerek i żołądka (tłuszcz okołonarządowy), za łopatkami i w pachwinach (tłuszcz podskórny), dzięki czemu jest bardzo łatwy do usunięcia. Króliki różnych ras, których mięso zawiera zbliżoną ilość tłuszczu podskórnego i okołonarządowego, mogą w dużym stopniu różnić się poziomem tłuszczu śródmięśniowego (Spencer i Hull, 1984). Sugeruje to, że o miejscu odkładania tłuszczu w tuszy decydują czynniki genetyczne. Dużo szybciej otluszczają się króliki ras typowo mięsnych, które w porównaniu z królikami ras prymitywnych szybciej rosną i osiągają znaczną masę ciała w krótkim okresie czasie (Kowalska i in., 2014).

Tkanka tłuszczowa rozwija się jako ostatnia po tkance nerwowej, kostnej i mięśniowej. Od urodzenia do osiągnięcia dojrzałości fizycznej mięśnie zwiększają swoją bezwzględną masę szybciej niż tłuszcz. Zwierzęta kończą wzrost z chwilą uzyskania dojrzałości somatycznej. Króliki uzyskują ją w drugim roku życia, jednak w zależności od rasy przyrosty masy ciała trwają do 7-10 miesięcy. Wzrastają-

cej masie ciała towarzyszą zmiany w proporcji tkanek tuszy. Wraz ze wzrostem otluszczenia obniża się udział mięśni i masa tzw. wyrębów wartościowych.

Tabela 3. Poziom aminokwasów egzogennych w białku tkanki mięśniowej królików (%) (według Szkucika i Libelta, 2006)

Aminokwas	Tkanka mięśniowa (%)			
	comber	łopatka	udo	średnio
Arginina	6,97	6,64	6,62	6,74
Histydyna	3,38	3,46	3,44	3,42
Izoleucyna	4,07	4,10	4,06	4,08
Leucyna	7,75	7,95	7,88	7,86
Lizyna	7,88	7,96	7,94	7,93
Metionina+cystyna	5,15	5,23	5,20	5,19
Fenylalanina+tyrozyna	9,69	9,70	9,64	9,68
Treonina	5,35	5,31	5,38	5,34
Tryptofan	1,69	1,38	1,63	1,60
Walina	5,15	5,19	5,23	5,20
Suma aminokwasów egzogennych (leucyna, izoleucyna, walina, lizyna, treonina, metionina, fenyloalanina, tryptofan)	46,88			
CS-izoleucyna (chemiczny miernik jakości białka CS [chemical score] – stosunek zawartości egzogenego aminokwasu ograniczającego w testowanym białku do zawartości tego samego aminokwasu w białku wzorcowym)	61,82			

Tłuszcz podskórny i okołonarządowy u królików ras mięsnych, żywionych pełnoporcjowymi mieszankami paszowymi, przy masie ubojowej od 3-3,5 kg w wieku około 90 dni, może stanowić od 70 do 140 g, czyli od 2,3 do 4% masy ciała. Wpływ na otluszczenie ma wiek zwierząt w momencie uboju (Pla i in., 2004). W tłuszczu okołonarządowym i podskórnym stwierdza się wyższą zawartość nasyconych kwasów średniołańcuchowych (MCFA – ang. medium chain fatty acids): kaprylowego, kaprynowego i laurynowego niż w tłuszczu śródmięśniowym oraz istotne ($P \leq 0,01$) mniejsze ilości kwasu stearynowego.

Pla i in. (2004) podają zawartość tłuszczu śródmięśniowego w różnych partiach mięsa badanych królików od 0,33 do 14,6%, przy czym najwyższe średnie wartości dotyczyły mięśni międzyżebrowych (12,82%), a najniższe – mięśni com-

bra (1,20%). Łapa (2005) podaje zawartość tłuszczu śródmięśniowego w combrze królików nowozelandzkich białych na poziomie – 1,71%, Maj i in. (2008) – 1,60%, Szkucik i Libelt (2006) – 1,12%, a Kowalska i Bielański (2011a): królików nowozelandzkich białych – na poziomie 2,11%, a królików popielniańskich białych – 2,02%. Według Maj i in. (2012) mniej tłuszczu śródmięśniowego stwierdza się w mięsie zwierząt ubijanych w 21. i 32. tygodniu życia niż w 12., co w pierwszym przypadku może być związane z ich dojrzałością płciową, a w drugim z dojrzewaniem okrywy włosowej.

Kowalska i in. (2014), badając skład kwasów tłuszczowych w tuszce królików rasy nowozelandzkiej białej, wykazali, że w mięsie tym spośród nasyconych kwasów tłuszczowych występują głównie kwas mirystynowy, palmitynowy i stearynowy. Ilość tych kwasów jest zbliżona we wszystkich wyrębach. W składzie jednonienasyconych kwasów tłuszczowych dominuje kwas oleinowy, który zmniejsza ryzyko peroksydacji lipidów w lipoproteinach LDL (ang. low-density lipoprotein) i HDL (ang. high density lipoprotein) i w związku z tym zapobiega tworzeniu się płytek miażdżycowych. Badania przeprowadzone *in vitro* wykazały, że kwas oleinowy zapobiega utlenianiu frakcji LDL, obniża stężenie cholesterolu we frakcji LDL, a jednocześnie podwyższa frakcję HDL (Kwiatkowska, 2007).

Jeśli chodzi o wielonienasycone kwasy tłuszczowe, to mięso królicze jest bogate w kwas linolowy, występujący w ilości 22,8-28,3% sumy kwasów w zależności od wyrębu, kwas linolenowy – 2,42-4,21%, EPA (eikozapentaenowy) – 0,11-0,13 i DHA (dokozaheksaenowy) – 0,07-0,11% (Dalle Zotte i Szendro, 2011). Wysoki procent kwasu linolenowego wpływa na zmniejszenie częstotliwości występowania schorzeń układu naczyniowo-sercowego (Kowalska i in., 2010). Suma kwasów wielonienasyconych szeregu *n-3* w mięsie królików jest największa w części przedniej w porównaniu do innych elementów tuszy, co autorzy tego eksperymentu potwierdzili statystycznie na poziomie istotnym ($P \leq 0,01$). Również w tej części tuszki stwierdzono najkorzystniejszy dietetycznie stosunek kwasów szeregu *n-6/n-3*, wynoszący 5,19.

W ostatnich latach coraz większą uwagę zwraca się na sprzężony kwas linolowy (CLA – ang. conjugated linoleic acids). Jest to grupa pochodnych kwasu linolowego, występujących w formie izomerów pozycyjnych i geometrycznych. Największe ilości CLA występują w produktach spożywczych pochodzących od przeżuwaczy. Obecność CLA w tkankach przeżuwaczy jest związana z działalnością w żwaczu m.in. bakterii *Butyrivibrio fibrisolvens*, uczestniczących w procesie biouwodorowania nienasyconych kwasów tłuszczowych tłuszczu dawki, a CLA jest produktem pośrednim, powstającym w wyniku niecałkowitej hydrogenacji kwasu linolowego (Zymon i Strzetelski, 2007). CLA, podobnie jak inne PUFA (ang. polyunsaturated fatty acid), może hamować powstawanie i rozwój nowotworów, wykazuje działanie antymutagenne, obniża cholesterol, szczególnie frakcję LDL, przeciwdziała miażdżycy indukowanej drogą pokarmową, poprawia strukturę kości, a także stymuluje syntezę tłuszczu i białka (Jelińska, 2005; Krichevsky, 2000; Wcisło i Rogowski, 2006). Kowalska i Piechocka (2014) stwierdziły obecność CLA w tłuszczu śródmięśniowym tylnej nogi (0,53 mg/g) i combra (0,61

mg/g) oraz w tłuszczu okołonarządowym (0,47 mg/g) i podskórnym (0,53 mg/g), przy czym izomer CLA c9-c11 nie występował w tłuszczu okołonarządowym ani podskórnym, a CLA t10-c12 w lipidach mięsa tylnej nogi. Mauronek i in. (2007) stwierdzili zbliżone do uzyskanych przez wyżej wymienione autorki wartości CLA w lipidach mięśni combra, wynoszące 0,9 mg/g kwasów tłuszczowych, a w tylnej nodze podobnie jak w tłuszczu okołonerkowym – 0,5 mg/g kwasów tłuszczowych.

U niektórych zwierząt gospodarskich, takich jak bydło, owce, świnie czy króliki, po przeprowadzeniu uboju obserwuje się występowanie żółtego tłuszczu. U królików jego obecność jest połączona z delecją trójki nukleotydów – AAT (adenina, adenina, tymina) – w genie *BCO2*, a cecha ta dziedziczy się recesywnie (Strychalski i in., 2015). Gen ten wpływa na metabolizm β -karotenu, witaminy A i E oraz ksantofili. W żółtym tłuszczu składniki te są magazynowane w zwiększonej ilości w porównaniu do tłuszczu białego. W badaniach Strychalskiego i in. (2016) stwierdzono statystycznie istotną różnicę ($P \leq 0,01$) w zawartości β -karotenu, witaminy A i E oraz ksantofili w żółtym tłuszczu okołonerkowym w porównaniu do białego tłuszczu.

W obecnej chwili w hodowli królików coraz bardziej zwraca się uwagę na zmniejszenie otłuszczenia i poprawę mięsności przy utrzymaniu właściwego poziomu przydatności technologicznej i smaku pozyskiwanego mięsa. Trzeba jednak pamiętać, że optymalna zawartość tłuszczu śródmięśniowego nadaje mięsu odpowiedni smak, soczystość oraz kruchość, która jest jednym z najważniejszych parametrów determinujących konsumencką ocenę jakości mięsa. Zmniejszenie zawartości tłuszczu śródmięśniowego poniżej 1% obniża walory smakowe mięsa, które zwłaszcza po obróbce termicznej staje się suche i łykowate.

Mięso królicze, w stosunku do innych produktów spożywczych, cechuje się także niskim poziomem cholesterolu (tab. 4). W 100 g tkanki mięśniowej zawartość cholesterolu wynosi średnio 35-50 mg, a w 100 g tłuszczu króliczego znajduje się mniej tego składnika niż w mięsie kurzym, cielęcym czy wołowym.

Tabela 4. Zawartość cholesterolu w różnych produktach spożywczych (według różnych autorów)

Rodzaje produktów	Zawartość cholesterolu (mg) w 100 g produktu
Żółtko jaja kurzego	650-750
Słonina	110-145
Mięso kurze	78-98
Cielęcina	40-50
Wołowina	45-60
Mięso królicze	35-50
Tłuszcz drobiowy	72-76
Tłuszcz króliczy	35-38

Dodatkowo mięso tego gatunku zwierząt charakteryzuje się niską zawartością sodu, a takie produkty polecane są w diecie dla osób chorujących na nadciśnienie. Jest cennym źródłem witamin z grupy B, które są niezbędne dla prawidłowej pracy układu nerwowego. Już 100 g mięsa króliczego zawiera od 5 do 13 mg niacyny (witamina PP), co pokrywa dzienne zapotrzebowanie człowieka na tę witaminę. Spożycie 50 g mięsa wystarczy, aby pokryć nasze zapotrzebowanie na witaminę B₁₂ (kobalamina). Poziom witaminy B₁ (tiamina) jest porównywalny z jej ilością w mięsie drobiowym i jagnięcym, a B₆ (pirydoksyna) w mięsie wieprzowym i wołowym. Jedyne zawartość witaminy B₂ (ryboflawina) jest niższa niż w mięsach innych gatunków zwierząt. Mięso królicze, podobnie jak inne białe mięsa, zawiera niski poziom cynku i żelaza, które jednak są dobrze przyswajalne. Może być ono polecane jako pierwsze z białek zwierzęcych w diecie niemowląt, z uwagi na to, że nie alergizuje. Wszystkie wyżej wymienione cechy mięsa króliczego skłaniają do stwierdzenia, że powinno być ono uznane za żywność funkcjonalną.

Współczesny producent mięsa króliczego skupia się obecnie nie tylko na efektach ilościowych produkcji żywca, takich jak: wydajność rzeźna, czy zawartość mięsa w tuszce ale, co w znacznym stopniu wynika z wymagań konsumentów, na wskaźnikach jakościowych. Obecne metody żywienia tych zwierząt mają na celu modyfikowanie nie tylko stosunku tłuszczowo-mięsnego, ale przede wszystkim udziału oraz wzajemnej proporcji niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych (NNKT), zmniejszenia zawartości cholesterolu, czy zwiększenia ilości witamin w mięsie króliczym. Dąży się również do tego, aby zakończenie tuczu następowało w momencie tzw. fizjologicznej dojrzałości zwierzęcia do uboju, to jest w takim wieku, w którym odkładanie białka w tuszy zaczyna już słabnąć, a dalsza kontynuacja tuczu z powodu intensywnego odkładania tłuszczu staje się już nieopłacalna (Kowalska i Kobylarz, 2014; Kowalska i in., 2014; Kowalska i in., 2015). Chociaż na dzień dzisiejszy pogłowie królików w Polsce w stosunku do innych gatunków zwierząt gospodarskich wydaje się relatywnie małe, to należy przypuszczać, że ze względu na coraz większe wymagania jakościowe konsumentów oraz wysokie walory odżywcze mięsa króliczego chów tej grupy zwierząt będzie przyszłościowy.

3. Charakterystyka rzepaku (*Brassica napus* L.) jako rośliny uprawnej

Wśród roślin z rodziny kapustowatych/krzyżowych (*Brassicaceae/Cruciferae*) wyróżnia się wiele o wysokiej wartości odżywczej i paszowej. Gromadzi ona jednak również niepożądane w uprawach chwasty, które zawierają znaczne ilości trujących glikozydów, głównie synigriny i synalbiny. Substancje te występują przede wszystkim w nasionach i dlatego też chwasty krzyżowe są najbardziej szkodliwe, a nawet trujące dla zwierząt w okresie owocowania.

Największe znaczenie gospodarcze z roślin krzyżowych ma rodzaj kapusta (*Brassica*), obejmujący szereg warzyw i roślin rolniczych pochodzenia śródziemnomorskiego. Są to rośliny o żółtych kwiatach i długich łuszczykach. Należą tu takie odmiany botaniczne jak: kapusta głowiasta (*Brassica oleracea* var. *capitata*) – biała (*forma alba*) i czerwona (*forma rubra*), zwijające liście w główkę i podobne do nich kapusta włoska (*Brassica oleracea* var. *sabauda*), kapusta brukselska (*Brassica oleracea* var. *gemmifera*) z licznymi główkami na wysokich pędach, jarmuż (*Brassica oleracea* var. *sabelica*) o pomarszczonych liściach, niezwijających się w główkę, kapusta bezgłowa (*Brassica oleracea* var. *acephala*), kalarepa (*Brassica oleracea* var. *gongylodes*) z bulwiastą łodygą, kalafior (*Brassica oleracea* var. *botrytis*) – jednoroczne warzywo, które wykształca silnie rozgałęzione, skrócone pędy, bogate w materiały zapasowe, zakończone zawiązkowymi kwiatostanami. Wiele z nich, jak choćby kapusta warzywna (*Brassica oleracea*), jest uprawianych już od czasów starożytnych; liczne zalety kapusty wychwalał Kato Starszy w *De agri cultura*, najstarszym zachowanym dziele literatury łacińskiej.

Osobny gatunek kapusty stanowi jednoroczna kapusta rzepak (*Brassica napus*) – będąca przedmiotem tej monografii. Odmianą botaniczną rzepaku jest brukiew, czyli karpień (*Brassica napus* var. *napobrassica*) – dwuletnia uprawna roślina pastewna ze spichrzowym korzeniem. Również w korzeniu gromadzą materiały zapasowe odmiany hodowlane – pokarmowe i pastewne kapusty polnej, czyli rzepy (*Brassica campestris*). Odmianą botaniczną rzepy jest rzepik (*Brassica campestris* var. *oleifera*) – podobna do rzepaku roślina oleista. Ze względu na to, że rzepik należy do innego gatunku, można go uprawiać obok rzepaku bez obawy o ich przekrzyżowanie. Natomiast przy uprawie rzepaku i brukwi nasiennej albo rzepiku i rzepy w bezpośrednim sąsiedztwie może nastąpić pogorszenie plonu wskutek krzyżowego zapylenia między tymi odmianami.

Kolejną grupą roślin krzyżowych są tzw. gorczyce. Najbardziej znane to gorczyca biała (*Sinapis alba/brassica alba*), gorczyca sarepska zwana również kapustą sitowatą (*Brassica juncea*) oraz kapusta czarna (*Brassica nigra*) – jednoroczne uprawne rośliny oleiste. Z ich nasion wyrabia się musztardę i olej, co zostanie szczegółowo opisane w rozdziale 6.7.

Wiele gatunków roślin kapustowatych to chwasty. Dobrze znanym przykładem jest powszechnie występująca w Polsce gorczyca polna (*Sinapis arvensis*), nazywana także ognichą (Radomski i Jasnowska, 1980).

Rzepak (*Brassica napus*) we florze Polski ma status efemerofitu i kenofitu, a więc gatunku obcego pochodzenia, któremu w wyniku skrzyżowania z rodzimy-

mi gatunkami udało się na trwałe zaaklimatyzować. Nastąpiło to stosunkowo niedawno, bowiem, za graniczną datę przyjmuje się odkrycie Ameryki. Gatunki za-domowione przed odkryciem Ameryki określane są nazwą archeofitów. Rzepak prawdopodobnie jest mieszańcem kapusty warzywnej (*Brassica oleracea*) i kapusty właściwej (*Brassica rapa*). Zarówno on, jak i rośliny mu pokrewne uprawiane są głównie w celu produkcji oleju z nasion. Olej produkuje się przede wszystkim z form jarych i ozimych rzepaku (*Brassica napus*), rzepiku (*Brassica campestris*) oraz występujących tylko w formie jarej gorzyc: czarnej (*Brassica nigra*), sarepskiej (*Brassica juncea*) i abisyńskiej (*Brassica carinata*). Niektóre z tych gatunków zostały udomowione znacznie wcześniej niż rzepak. Pierwsze wzmianki o uprawie rzepiku pochodzą z Indii już z IV wieku p.n.e., a z Chin i Japonii sprzed 2000 lat (Dembiński, 1955; Krzymański, 2000).

Murphy (1994) podaje, że w Europie rzepak zaczęto uprawiać już w XIII wieku, początkowo na obszarach leżących na północ od Alp. Nieco później w tym właśnie regionie wykorzystywano go jako źródło oleju do lamp oliwnych, a następnie do produkcji mydła i smarów. Jak podaje Krzymański (1997), od XVI wieku rzepak był najszerzej uprawiany w Holandii.

Według źródeł historycznych na terenie Polski już w osadach pochodzących z X wieku znajdowano nasiona roślin oleistych z rodzaju *Brassica* (Krzymański, 1997). Jednak pierwsze dane statystyczne dokumentujące uprawę rzepaku pochodzą dopiero z 1811 roku (Pietruszyński, 1949). Rzepak był już wtedy uprawiany w wielu gospodarstwach w kaliskim, warszawskim, na Kujawach, w sandomierskim, poznańskim, płockim, lubelskim, siedleckim, łomżyńskim, bydgoskim i krakowskim. W 1837 roku pojawił się pierwszy podręcznik, autorstwa Michała Oczapowskiego – „Uprawa Roślin Fabrycznych”, traktujący o uprawie rzepaku. Ćwierć wieku później, bo w 1861 roku w „Rocznikach Gospodarstwa Krajowego”, pojawiły się wzmianki o doświadczeniach uprawnych na tym gatunku roślin (Bartkowiak-Broda, 2002). W 1885 roku rozpoczęto przerób nasion rzepaku na olej spożywczy, a w 1932 roku ruszyła produkcja pierwszej margaryny z oleju rzepakowego (Rutkowski, 1987), która w okresie wojennym nosiła miano „masła wojennego”. Rozwój tej produkcji był ściśle związany z pojawieniem się teorii lipidowej, która głosiła, że nasycone kwasy tłuszczowe, obecne m.in. w mleku, są dla organizmu szkodliwe. Dlatego też postanowiono zastąpić je zdrowymi kwasami tłuszczowymi nienasyconymi. Ze względu na to, że tłuszcz rzepakowy ma postać płynną, a nie stałą, przy użyciu katalizatora część wiązań podwójnych z kwasów tłuszczowych nienasyconych wysycano atomami wodoru. Była to pierwsza metoda utwardzania płynnego tłuszczu w celu uzyskania parametrów – smarowności i konsystencji – podobnych do masła.

Należy również wspomnieć, że armia polska, podczas II wojny światowej, jako jedna z pierwszych na świecie uzupełniała braki paliwowe olejem rzepakowym. Na paliwie roślinnym, w warunkach eksperymentalnych, w Polsce jeździł już czołg T-72 (Leszczyński i in., 2007).

Według danych Rocznika Statystycznego GUS średnia powierzchnia uprawy rzepaku i rzepiku w Polsce w latach 1909-1913 wynosiła 30 tys. ha. Uzyskiwane

ówcześnie plony wahały się od 5 do 11 dt/ha. W latach 1930-1934 uprawiano w Polsce, w jej obecnych granicach, około 34 tys. ha rzepaku i rzepiku. Od tego momentu poprawiła się koniunktura i wzrost zainteresowania uprawą tej rośliny, tak że w końcu lat 30. ubiegłego wieku powierzchnia uprawy przekroczyła 60 tys. ha. W latach pięćdziesiątych XX wieku powierzchnia pod uprawą rzepaku i rzepiku w Polsce wynosiła blisko 100 tys. ha, co stanowiło około 1% krajowej powierzchni zasiewów roślin rolniczych (Arseniuk i Oleksiak, 2004).

Do 1955 roku powierzchnia upraw i średnie plony rzepaku były nadal stosunkowo niskie, na co miał wpływ brak znajomości wymagań agrotechnicznych oraz występowanie w nasionach: kwasu erukowego i glukozyzolanów – związków uznanych powszechnie za antyżywniowe (Bartkowiak-Broda, 2002). Ograniczało to możliwości wykorzystania nasion tych roślin w żywieniu zarówno człowieka, jak i zwierząt. Licznie prowadzone doświadczenia na zwierzętach wykazywały, że wysoki poziom kwasu erukowego w pożywieniu może być przyczyną zahamowania przyrostów masy ciała, gorszego przyswajania pokarmu, zaburzeń w procesie krążenia, ponadto otłuszczenia, zwłóknienia i uszkodzenia mięśnia sercowego, zmian patologicznych w wątrobie, nadnerczach i śledzionie. Nasiona odmian tradycyjnych, w których kwas erukowy stanowił około 50% wszystkich kwasów, nie były także dobrym surowcem dla celów przemysłowych. W związku z tym, że kwas erukowy posiada tylko jedno wiązanie podwójne, nie nadawał się do produkcji szybko schnących farb i lakierów, a produkowane mydła o jego wysokiej zawartości były trudno rozpuszczalne, nie miały właściwości pieniących i łatwo ulegały wysalaniu. Olej wysokoerukowy był wykorzystywany jedynie w przemyśle chemicznym do produkcji smarów, które posiadały korzystne właściwości adhezyjne oraz atramentów, klisz fotograficznych czy plastików.

Od lat sześćdziesiątych XX wieku znacznie poprawiła się agrotechnika uprawy rzepaku, co spowodowało podniesienie plenności tej rośliny, a jej produkcja stała się ekonomicznie uzasadniona. O dalszej karierze rzepaku zdecydowały uzupełniające się wzajemnie badania genetyczne, hodowlane i agrotechniczne. Skupiono się przede wszystkim na zmniejszeniu ilości wspomnianych wyżej czynników ograniczających wykorzystanie oleju i białka dla celów spożywczych i na paszę. Intensywne prace badawcze nad zmianami właściwości oleju rzepakowego doprowadziły do uzyskania nasion o znacznie ulepszonym składzie. Olej z odmian tradycyjnych posiadał w swoim składzie: 48-54% kwasu erukowego, 14-16% kwasu oleinowego, 13-15% kwasu linolowego, 9-11% kwasu linolenowego, 7-9% kwasu eikozenowego, 3-4% kwasów palmitynowego i stearynowego. W olejach z odmian aktualnie uprawianych, podwójnie ulepszonych, uzyskano skład kwasów tłuszczowych na poziomie: 56-68% kwasu oleinowego, 18-22% kwasu linolowego, 10-13% kwasu linolenowego, 4-6% kwasu palmitynowego i stearynowego, 1-2% kwasu eikozenowego, 0-2% kwasu erukowego (Rudko, 2011). Tak więc w krótkim czasie z rośliny oleistej o niewielkim zakresie uprawy i ograniczonych praktycznych możliwościach wykorzystania nasion, rzepak stał się jednym z podstawowych gatunków roślin oleistych, a zarazem wysokobiałkowych. Rzepak nazywany jest czasem „soją północy” (Pastuszewska i Raj, 2003). Opisana przemiana rzepaku

w wartościową roślinę dokonana została w oparciu o naturalne źródła genetyczne pożądaných cech, bez uciekania się do manipulacji genetycznych. Uprawiane obecnie odmiany rzepaku nie są genetycznie modyfikowanymi organizmami (GMO).

W drugiej połowie XX wieku, dzięki hodowli ulepszonych odmian, uprawa tej rośliny poszerzyła się, i z Europy oraz Kanady trafiła do USA, Chin i Australii. Formę ozimą rzepaku uprawia się głównie w krajach o umiarkowanym klimacie. Rzepak jary natomiast w klimacie chłodnym, kontynentalnym, a więc w północnych krajach Europy oraz w Kanadzie i Australii. W Chinach możliwa jest natomiast uprawa obu form rzepaku (Bartkowiak-Broda, 2009). Podstawą hodowli na całym świecie stało się krzyżowanie rzepaków ozimych i jarych (Krzymański, 2000).

Produkcję nasion roślin oleistych na świecie w sezonie 2014/2015 szacuje się na 523 mln ton, z czego prawie 60%, tj. 313 mln ton, stanowi soja produkowana na największą skalę w USA (108 mln ton), Brazylii (94,5 mln ton) i Argentynie (56 mln ton). Drugie miejsce w Unii Europejskiej zajmuje rzepak z udziałem ponad 13%, a jego produkcja roczna mieści się na poziomie około 68 mln ton. Kraje Unii Europejskiej wytwarzają 35 mln ton nasion oleistych, co stanowi 7% światowych zbiorów. Najpopularniejsze są rzepak, słonecznik i soja. To właśnie z Unii Europejskiej pochodzi przeszło 1/3 światowych zbiorów rzepaku, a kraje unijne są jego największym wytwórcą. Jednak na tle światowej produkcji wszystkich nasion oleistych rzepak uprawiany w Unii Europejskiej stanowi zaledwie 4,5%. Szacuje się, że w 2015 roku zebrano w Unii Europejskiej ponad 24 mln ton rzepaku. Największymi jego producentami są obecnie Niemcy (6,3 mln ton), Francja (5,5 mln ton), Polska (3,2 mln ton) (Syngenta – katalog, Rzepak 2015).

Produkcja oleju rzepakowego w Unii Europejskiej, w sezonie 2014/2015 wyniosła 10,2 mln ton, czyli około 9,5% światowej produkcji olejów z roślin nasion oleistych (Kempczyński, 2015). Europejski przemysł spożywczy pochłania z tego niespełna 36% czyli 3,6 mln ton. Ponad 63% oleju wykorzystuje się do produkcji biopaliw, gdzie po zmianach z 01.01.2015 roku do tego procesu wymagany jest rzepak spełniający założenia zrównoważonego rozwoju. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku, w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych, nałożyła na wszystkie podmioty uczestniczące w cyklu produkcji biopaliw obowiązek spełnienia kryteriów zrównoważonej produkcji. Najważniejszym z tych kryteriów jest wymóg ograniczenia emisji gazów cieplarnianych (GHG). W Dyrektywie zostały określone standardowe emisje GHG powstające przy produkcji surowców rolniczych. Wartość standardowa dla rzepaku wynosi 29 g CO₂ eq/MJ (674,14 kg CO₂ eq/mt nasion). Wykonane w Polsce badania wykazały, że wszystkie województwa w naszym kraju mają dla rzepaku emisję gazów niższą niż standardowa (Faber i in., 2011).

Pozostały 1% oleju rzepakowego jest wykorzystywany do przerobu na oleje i smary rozkładalne biologicznie, środki powierzchniowo czynne (surfaktanty), a po niewielkiej przeróbce chemicznej do produkcji farb, lakierów, nietoksycznych rozpuszczalników oraz ekologicznych wykładzin podłogowych a także jako nośnik energii w żywieniu zwierząt gospodarskich (Mrówczyński i Pruszyński, 2008).

W wielu publikacjach naukowych dotyczących rzepaku pojawia się nazwa „canola” lub „canola meal”. Nie jest to odrębna roślina, lecz nazwa nadana ulepszonym formom rzepaku. Rzepak typu „canola” pochodzi z Kanady, chociaż należy przypomnieć, że nie byłoby kanadyjskiej bezerukowej „canoli” bez prac polskich naukowców nad rzepakiem bezerukowym. W 1961 roku w Instytucie Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Poznaniu wyhodowano i wdrożono do produkcji praktycznie nową roślinę oleistą, lepszą jakościowo, tzw. rzepak bezerukowy, w którym ilość kwasu erukowego (C22:1) znacznie zredukowano. Nazwa „canola” to skrót od Canadian (CAN) Oilseed (O) Low-Acid (LA).

Również właściwym rzepakiem są rośliny wytwarzające nie ciemne, lecz żółte nasiona. Zabarwienie okrywy nasiennej u rzepaku łączy się ściśle z zawartością włókna. Formy żółtonasienne charakteryzują się mniejszą zawartością włókna, a szczególnie zawartych w nim związków polifenolowych. Śruta poekstrakcyjna uzyskana z żółtych nasion jest wartościową paszą wysokobiałkową o lepszej strawności. Żółte zabarwienie okrywy nasiennej uzyskano na drodze krzyżowania naturalnego mutantu znalezionej w podwójnie ulepszonym rzepaku ozimym z linią rzepaku jarego uzyskaną z krzyżowań międzygatunkowych — rzepak × rzepik. Otrzymane formy żółtonasienne charakteryzują się mniejszą plennością i zimotrwałością, posiadają też inne cechy niekorzystne, takie jak np. skłonność do porastania nasion w łuszczyńce czy nieprawidłowe otwieranie się pąka kwiatowego (Piotrowska i in., 2000). Prace nad wyeliminowaniem tych cech są zaawansowane. W badaniach Ochodzkiego i Piotrowskiej (1997) zawartość białka surowego w 15 próbach rzepaku żółtonasiennego pochodzących z Zakładu Roślin Oleistych IHAR wynosiła średnio 45% suchej masy beztłuszczowej i była o 2% wyższa od zawartości białka w nasionach rzepaku ciemnonasiennego. Zawartość włókna w liniach żółtonasiennych w badanych próbach była niższa: włókna detergentowego neutralnego (NDF) o 4%, włókna detergentowego kwaśnego (ADF) o 6% w porównaniu z rzepakiem ciemnonasiennym. Podobne wyniki uzyskali inni autorzy (Słomiński, 1997; Słomiński i in., 1999).

3.1. Uprawa rzepaku w Polsce

W Polsce hodowlę różnych odmian rzepaku zaczęto prowadzić już przed I wojną światową. Z okresu lat 1850-1914 pochodzą odmiany: Karlikowaty, Olbrzymi Późny, Powiślański; z okresu lat 1919-1939: Bydgoski, Łęcki, Nadwiślański, Poświęcki, Putra; a z okresu 1945-1969: Górczański, Skrzyszowicki, Koszaliński, Oleski, Sobótkowski, Warszawski, Bronowski, Młochowski, Mazowiecki (Bartkowiak-Broda, 2002).

W okresie międzywojennym popularne i dobrze plonujące w polskich warunkach środowiskowych były niemieckie odmiany rzepaku: Lembkego i Janetzkego. O przydatności do uprawy w warunkach Polski często decydowała zimotrwałość. Pod tym względem, z polskich odmian miejscowych, wyróżniały się Nadwiślański i Bydgoski.

Po II wojnie światowej firma hodowlana K. Buszczyński w Górcie Narodowej pod Krakowem założyła stację selekcyjną, skąd wywodzi się odmiana Górczański, która przez blisko 30 lat, od 1950 do 1980 roku, dominowała w uprawie rzepaku ozimego, a wyparta została dopiero wraz z wprowadzeniem do uprawy odmian ulepszonych (Arseniuk i Oleksiak, 2004). W 1955 roku do rejestru odmian oryginalnych zostały wpisane trzy odmiany ozime rzepaku: Górczański, Nakielski i Skrzyszowicki oraz cztery jare: Bronowski, Czyżowskich, Mazowiecki i Sielecki, a do spisu odmian selekcyjonowanych rzepak ozimy Śląski.

Niestety, wysoki udział kwasu erukowego, niepożądanego z żywieniowo-fizjologicznego punktu widzenia w oleju rzepakowym i znaczna ilość związków antyżywnościowych w suchej masie produktów ubocznych, szczególnie związków siarkowych – glukozynolanów, stwarzały wówczas problemy ze zbytem produktów z rzepaku, zarówno na cele spożywcze, jak i na pasze (Patyra i Kwiatek, 2015). Dlatego też, już z końcem lat 60. ubiegłego wieku rozpoczęto prace nad ulepszaniem nasion rzepaku, wprowadzając odmiany tej rośliny o obniżonej zawartości kwasu erukowego (niskoerukowe). Prowadzone od 1967 roku prace hodowlane prof. J. Krzymańskiego dały początek niskoglukozynolanowym odmianom rzepaku ozimego, wykorzystując uwarunkowaną genetycznie niższą zawartość glukozynolanów w polskiej odmianie rzepaku jarego Bronowski.

W 1972 roku zarejestrowano pierwszą na świecie odmianęiskoerukową Wipol, a cztery lata później polską odmianęiskoerukową Janpol. W ten sposób rozpoczął się okres wypierania z uprawy odmian wysokoerukowych i zastępowania ich odmianami ulepszonymi. Skutkiem prac hodowlanych nad wyeliminowaniem kwasu erukowego w nasionach oraz znacznego ograniczenia zawartości glukozynolanów, poniżej 10 $\mu\text{M/g}$ nasion, było wdrożenie do uprawy w końcu lat siedemdziesiątych XX wieku odmian bezerukowych, a w końcu lat osiemdziesiątych bezerukowych i niskoglukozynolanowych, tzw. podwójnie ulepszonych (nazywanych także potocznie, chociaż w przypadku polskich odmian niesłusznie, typu „canola”).

Jak wspomniano, kwas erukowy to niebezpieczny związek z grupy kwasów tłuszczowych omega-9, który dla ludzi i zwierząt może być toksyczny. Podejrzewano, że przyczynia się do stłuszczenia narządów mięsnych i uszkodzenia mięśnia sercowego. Dlatego też tak ważne było dla naukowców wyhodowanie odmiany, która byłaby pozbawiona tego kwasu (Bartkowiak-Broda, 2002).

Uzyskanie odmian będących źródłem wysokiej jakości oleju i białka przeznaczonego do żywienia zwierząt gospodarskich zachęciło także do badań nad możliwościami wykorzystania efektu heterozji występującego w plonie nasion rzepaku (Schuster i Michael, 1976; Lefort-Buson i Datteé, 1982, 1983, 1985; Grabiec i Krzymański, 1984). Prowadzono także badania nad genetycznymi podstawami systemów kontrolujących zapylenie krzyżowe u rzepaku, niezbędnych do produkcji odmian mieszańcowych (Bartkowiak-Broda, 1991).

Mimo pewnych wahań ilościowych w produkcji roślinnej wynikających głównie z anomalii klimatycznych (lata 1970, 1979, 1982) tendencja wzrostowa w produkcji rzepaku trwała do 1989 roku. Wówczas udział rzepaku w strukturze

zasiewów wyniósł 4%, a powierzchnia zasiewów 570 tys. ha. W latach 80. ubiegłego wieku zbiory wynosiły 750-800 tys. ton i w pełni zaspokajały zapotrzebowanie krajowego przemysłu tłuszczowego. Ponieważ do połowy lat 80. krajowe odmiany ulepszone Wipol, Janpol, Start i Beryl wciąż nie były wystarczająco konkurencyjne dla odmian zagranicznych, nie weszły na szerszą skalę do uprawy. W tym okresie gwałtownie spadł udział odmian polskich w produkcji i w 1985 roku wynosił zaledwie 15%. Jednak w tym właśnie roku zarejestrowano i zaczęto uprawiać Jantar – pierwszą polską odmianę podwójnie ulepszoną („00”), spełniającą kanadyjskie normy dla rzepaku jarego typu „canola” (Krzymański, 1986). Mimo tego od początku lat 90. zaznaczył się bardzo wyraźny regres w produkcji. Zmniejszyła się powierzchnia uprawy, pogorszył poziom agrotechniki, zmniejszyły plony, zbiory oraz opłacalność uprawy. W 1993 roku plony spadły do poziomu z 1983 roku.

Dopiero w ostatnich latach XX wieku powierzchnia zasiewów rzepaku zaczęła wzrastać i w zależności od zmieniającej się koniunktury wahała się od 300 do 600 tys. ha. Od 1995 roku w Polsce, jak i w innych krajach europejskich, uprawia się tylko odmiany rzepaku podwójnie, a obecnie nawet potrójnie ulepszone (Bartkowiak-Broda, 1998, 2002).

Kolejny wzrost areалу upraw obserwowano również w latach 2000-2009 z 437 do 800 tys. ha, co nastąpiło między innymi ze względu na zapotrzebowanie energetyczne (Rzepiński, 2009). Członkostwo Polski w Unii Europejskiej nakłada na państwo pewne obowiązki, w rozumieniu Dyrektywy 2009/28/WE, dotyczącej promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych (Dyrektywa..., 2009).

Efektom prac badawczych i hodowlanych nad rzepakiem w tym okresie były zmiany jakościowe, polegające na wyeliminowaniu szkodliwych tioglikozydów ograniczających wartość żywieniową i możliwości wykorzystania śruty rzepakowej jako paszy wysokobiałkowej w żywieniu zwierząt. W efekcie ilość kwasu erukowego zredukowano z 41-54% do poniżej 0,5%, a zawartość glukozydów ze 170 do 15-25 $\mu\text{M/g}$ beztłuszczowej masy nasion.

Od kilkunastu lat wprowadzane są do uprawy odmiany rzepaku wykorzystujące efekt heterozji u mieszańców w pierwszym pokoleniu (F1) w plonie nasion. Objawia się on szybszym i bujniejszym rozwojem rośliny oraz wzrostem plonu nasion o około 10-20% w porównaniu do odmian populacyjnych – tradycyjnych (Rudko, 2011).

O ile przez wiele lat głównym celem hodowli rzepaku była poprawa jakości nasion: zwiększanie zawartości oleju i białka ogólnego, eliminacja kwasu erukowego oraz obniżanie zawartości glukozydów i włókna w nasionach, to od niedawna, dzięki realizacji programów hodowlanych zmierzających do uzyskiwania nowych odmian rzepaku, liczne firmy hodowlane zgłaszają co roku do Centralnego Ośrodka Badania Odmian Roślin Uprawnych (COBORU) około 60 odmian charakteryzujących się cechami lepszymi od obowiązującego wzorca. Następuje sukcesywne zwiększanie plenności rejestrowanych odmian populacyjnych i mieszańcowych oraz duże ich zróżnicowanie pod względem składu chemicznego nasion. Uzyskano pierwsze odmiany odpowiednie do produkcji specjalistycznych olejów jadalnych, o obniżonej poniżej 3,5% zawartości kwasu linolenowego, przydatne do

bezwonnego smażenia oraz przedłużające trwałość produktów takich jak: czipsy czy frytki. Coraz większego znaczenia nabiera również hodowla poprawiająca odporność odmian rzepaku na czynniki stresowe oraz najgroźniejsze patogeny, takie jak zgnilizna twardzikowa, sucha zgnilizna kapustnych i czerń krzyżowych (Heimann, 2005; Coboru, 2007; Mrówczyński i Pruszyński, 2008).

W Polsce uprawiany jest obecnie zarówno rzepak jary, jak i ozimy. Rzepak ozimy w naszych warunkach klimatycznych zimuje gorzej niż pszenica ozima, a zwłaszcza żyto, lecz lepiej niż jęczmień ozimy. Odporność na niskie temperatury tych roślin ozimych, w tym także rzepaku, zależy od stopnia przedzimowego zahartowania roślin lub od stopnia ich rozhartowania w czasie zimowych ociepleń. Najbardziej podatny na przemarznięcie u rzepaku jest system korzeniowy, który ulega uszkodzeniu już po spadku temperatury górnych warstw gleby poniżej -5°C . Główne przemarzają korzenie boczne, gdy ujemna temperatura utrzymuje się przez kilka dni. Korzeń główny może zregenerować korzenie boczne, lecz tylko wtedy, gdy nie przemarzną głębsze jego warstwy (Dembiński, 1983; Wałkowski, 1997).

Uprawa rzepaku ozimego powinna być zgodna z opracowanym Kodeksem Dobrej Praktyki Rolniczej (2004), aktualnie znowelizowanym w dostosowaniu do obowiązującego w Polsce Prawa Ochrony Środowiska i nie może ujemnie oddziaływać na środowisko. Kodeks zawiera: prawo chroniące środowisko w obszarze rolnictwa, zarządzanie i zarządzanie gospodarstwem rolnym w rolnictwie zrównoważonym, ochronę wód, ochronę gruntów rolnych, ochronę powietrza, ochronę krajobrazu i zachowanie bioróżnorodności, infrastrukturę obszarów wiejskich (Rudko, 2011).

Wymagania siedliskowe rzepaku jarego są nieco odmienne niż rzepaku ozimego, gdyż pełnia jego rozwoju przypada nieco później. Jest przez to bardziej narażony na susze, bo w miarę trwania wiosenno-letniej wegetacji ubywa wody z gleby. Rzepak jary udaje się tylko w tych rejonach Polski, gdzie roczna suma opadów przekracza 600 mm. Są to przede wszystkim rejony północnej, wschodniej i południowej Polski. Potencjał plonotwórczy rzepaku jarego jest o około 30% mniejszy niż rzepaku ozimego. Zawiera w nasionach 2-3% mniej tłuszczu niż ozimy, dlatego skupowany jest przez przemysł olejarski mniej chętnie, zwłaszcza w latach dostatku na rynku nasion rzepaku ozimego. Śruta rzepaku jarego jest jednak wartościowsza niż ozimego, gdyż zawiera więcej białka, a mniej glukozydnów (Coboru, 2007).

Rzepak charakteryzuje się bardzo dużymi zdolnościami kompensacyjnymi. Zjawisko kompensacji polega na ujawnieniu się naturalnych zdolności każdego żywego organizmu do całkowitego bądź częściowego wyrównywania efektów działania czynników szkodliwych. Zdolności kompensacyjne umożliwiają przejęcie utraconej funkcji przez inny zdrowy narząd albo polegają na jej zastępowaniu przez narząd częściowo uszkodzony. Zjawisko kompensacji może polegać nie tylko na wyrównywaniu uszkodzeń przez pojedynczą roślinę, ale może być także definiowane jako wyrównywanie strat powstałych w zbiorowisku roślin – plantacji. W tym przypadku straty roślin na plantacji są kompensowane przez intensywny rozwój roślin nieuszkodzonych, rosnących w sąsiedztwie roślin uszkodzonych.

Rośliny, które nie zostały zniszczone przez działanie czynnika stresowego, zajmują przestrzeń pierwotnie przeznaczoną dla sąsiednich roślin, które uległy uszkodzeniu. W ten sposób gatunki charakteryzujące się dużymi zdolnościami do rozgałęziania, takie jak rzepak, potrafią ograniczyć straty plonu wynikające ze strat liczby roślin. Znaczne możliwości kompensacji uszkodzeń u tego gatunku wynikają głównie z jego ogromnego potencjału genetycznego, umożliwiającego roślinie wytworzenie 4-5 tys. pąków kwiatowych (Dmoch, 1996; Podlaska i in., 1996; Janowski, 1998).

Podsumowując, należy uznać, że rzepak jest jedną z najcenniejszych i najpopularniejszych roślin uprawnych w Polsce, dostarczającą nie tylko podstawowego produktu – oleju, lecz także produktów ubocznych: makuchu i śruty poekstrakcyjnej. Pasze te są podstawą żywienia zwierząt gospodarskich, w tym także królików.

4. Charakterystyka pasz rzepakowych

Paszą wykorzystywaną w żywieniu zwierząt mogą być zarówno nasiona rzepaku, jak i produkty jego przetwórstwa: makuch rzepakowy, śruta poekstrakcyjna rzepakowa, olej rzepakowy oraz glicerol. W kolejnych podrozdziałach zostaną one szczegółowo scharakteryzowane pod względem składu chemicznego oraz przydatności paszowej.

4.1. Nasiona rzepaku

O przydatności technologicznej i żywieniowej nasion rzepaku decyduje ich skład chemiczny, zwłaszcza zawartość składników pokarmowych i substancji antyodżywczych, która jest ściśle związana z ich przynależnością gatunkową i zależy przede wszystkim od czynników genetycznych. W określonych warunkach zawartość składników ulega jednak wahaniom w zależności od odmiany, rodzaju gleby, nawożenia i warunków atmosferycznych. W celu uszlachetniania nasion rzepaku stosuje się zabiegi technologiczne, takie jak: ogrzewanie, parowanie czy autoklawowanie (Krasucki i in., 2001). W czasie składowania nasion rzepaku w zależności od warunków takich jak: temperatura, wilgotność oraz stopień uszkodzeń i zanieczyszczeń, a także w wyniku zachodzących procesów biologicznych i chemicznych, następuje często znaczne pogorszenie wartości technologicznej, a następnie przydatności pokarmowej. W zamieszczonej poniżej tabeli 5 przedstawiono skład chemiczny nasion rzepaku oznaczony przez różnych autorów.

Tabela 5. Skład chemiczny (%) i wartość energetyczna (kcal/kg) nasion rzepaku (według różnych autorów)

Wyszczególnienie	Źródło			
	Zalecenia Żywieniowe... (2011)	Rodriguez i in. (2013)*	Carre i in. (2015)	Jeroch i in. (2013)
Sucha masa	93,30	93,50	92,40	90,00
Popiół surowy	4,14	3,40	5,50	4,05
Białko ogólne	21,83	24,60	23,59	20,40
Tłuszcz surowy	40,47	41,20	51,62	40,00
Włókno surowe	9,14	n.b.	8,77	6,75
Związki bezazotowe wyciągowe	17,72	n.b.	n.b.	n.b.
NDF	n.b.	21,3	16,12	14,40
ADF	n.b.	16,60	12,12	13,10
ADL	n.b.	n.b.	6,38	5,2
Energia brutto	n.b.	6375	n.b.	n.b.

n.b. – nie badano.

* Nasiona rzepaku typu „canola”.

Podstawowym kryterium oceny jakościowej nasion rzepaku w technologii olejarskiej jest zawartość tłuszczu. Dodatkowymi kryteriami tej oceny są: zawartość związków azotowych oraz substancji obniżających przyswajalność białka (Murawa, 1990).

Nasiona rzepaku zawierają przeciętnie 43% tłuszczu i około 22% białka ogólnego, znaczne ilości aminokwasów egzogennych, szczególnie metioniny, ubogie są natomiast w lizynę. Według Krasuckiego i Greli (2004) średnia zawartość aminokwasów w nasionach rzepaku wynosi w g/16 g N: argininy – 6,5, histydyny – 2,5, fenyloalaniny+tyrozyny – 8,0, lizyny – 6,0, metioniny+cystyny – 4,6, leucyny – 7,1, izoleucyny 4,2, waliny – 5,8, treoniny – 4,5, tryptofanu – 1,2. Znajduje się w nich niewiele skrobi, co w połączeniu z dość wysoką koncentracją włókna surowego ma istotne znaczenie podczas przetwarzania produktów ubocznych z rzepaku na cele pastewne, ale i również nawozowe. Dla przykładu, zawartość włókna surowego w makuchu rzepakowym dodatkowo podnosi jego potencjalne wartości nawozowe dla gleb uprawnych, wzbogacając je w węgiel organiczny dostępny dla drobnoustrojów (Borys, 2007).

Kracht i in. (1998) podają, że nasiona rzepaku w stosunku do nasion soi mają znacznie więcej substancji strukturalnych (NDF – włókno neutralno-detergentowe), w tym szczególnie ligniny. W nasionach rzepaku o zawartości suchej masy równej 90%, NDF stanowi 144 g/kg, w nasionach soi przy tej samej zawartości suchej masy wartość NDF wynosi 101 g/kg. Rzepak od soi różni się też udziałem okrywy nasiennej w stosunku do masy nasion (rzepak – 15-22%, soja 6-8%).

Liczne analizy chemiczne wykazały, że nasiona rzepaku zawierają niektóre składniki mineralne i witaminy w ilościach wyższych niż w soi, dotyczy to przede wszystkim fosforu, magnezu oraz witamin E, B₆, PP, kwasu foliowego i choliny.

Porównując nasiona rzepaku odmian jarych z ozimymi, te pierwsze są mniej zasobne w tłuszcz, mają natomiast więcej białka (Mikulioniene i in., 2006).

Niestety oprócz pełnowartościowych składników pokarmowych, rzepak zawiera, jak już wspomniano wyżej, również związki antyżywniowe. Jeroch i in. (2013), do substancji antyżywniowych, które znajdują się w nasionach oraz produktach jego przetwórstwa zaliczają: składniki ściany komórkowej, np. ligninę, oligosacharydy, glukozynolany, synapinę, kwas fitynowy i jego sole – fityniany oraz taniny.

Lignina (drzewnik), a w zasadzie jej nadmiar, ma negatywny wpływ na wartość pokarmową pasz, poprzez obniżanie strawności składników pokarmowych. Oligosacharydy (węglowodany zawierające od dwóch do dziesięciu reszt monosacharydów, połączonych wiązaniem glikozydowym) wywołują zaburzenia trawienia w wyniku powstawania gazów podczas fermentacji (Jeroch i in., 2013).

Najbardziej znanym czynnikiem antyodżywczym występującym w nasionach rzepaku są wspomniane już wcześniej glukozynolany (GLS), czyli roślinne siarkowe glikozydy, zawierające cząsteczkę β -D-glukozy, siarkę oraz łańcuch boczny o strukturze alifatycznej lub aromatycznej. Różnorodność budowy łańcucha bocznego powoduje, że obecnie znanych jest około 100 różnych związków zaliczających się do tej grupy. Glukozynolany można podzielić na trzy podstawowe

we grupy, w których łańcuch boczny pochodzi od następujących aminokwasów: alifatyczne – metionina, alanina, walina, leucyna i izoleucyna; aromatyczne – tyrozyna i fenyloalanina oraz indolowe – tryptofan (Sosińska i Obiedziński, 2007). Profil glukozynolanów, a także ich zawartość jest różna w poszczególnych roślinach i ich odmianach. Ponadto na zawartość glukozynolanów mają wpływ warunki uprawy m.in. dostępność składników odżywczych, klimat czy termin zbioru (Mithen i in., 2000). Związki te występują przede wszystkim w roślinach z rodziny *Brassicaceae*, czyli między innymi w: kapuście białej, włoskiej, czerwonej, pekińskiej oraz brukselskiej, jak również w rzepaku, kalafiorze, brokule, rzodkiewce, kalarepie, rukoli, chrzanie i gorczycy.

Glukozynolany stanowią czynnik obronny roślin przed trawożnymi zwierzętami, patogenami i insektami, stąd nazywane są naturalnymi pestycydami (Mc Naughton i Marks, 2003; Mikkelsen i in., 2002). Same glukozynolany są związkami o niewielkiej aktywności biologicznej i nie są niebezpieczne dla zwierząt, szkodliwość wykazują natomiast produkty ich hydrolizy enzymatycznej. Technologia przerobu nasion rzepaku zawiera tzw. kondycjonowanie nasion, polegające na ich nawilżaniu i ogrzewaniu, a następnie tłoczenie oleju, w którym to procesie nasiona nagrzewają się do temperatury 70-80° C. W tym procesie termicznym rozkładowi ulega enzym zawarty w nasionach – myrozynaza, odpowiedzialny za przekształcenia glukozynolanów do związków toksycznych: oksazolidonów, izotiocyanianów, tiocyjanianów i nitryli. Przekształcanie glukozynolanów w szkodliwe pochodne może zachodzić także pod wpływem enzymów wytwarzanych przez mikroflorę zasiedlającą przewód pokarmowy (Niewiadomski, 1990; Oleszek, 1995; Smulikowska, 2006).

Jeżeli chodzi o ludzi, to w ostatnim czasie wtórnym metabolitem roślin, między innymi związkami azotowymi, do których należą glukozynolany, przypisuje się dużą rolę prozdrowotną. Niektóre z produktów hydrolizy glukozynolanów wykazują działanie przeciwwirusowe, przeciwgrzybiczne oraz przeciwbakteryjne w odniesieniu do wielu ludzkich patogenów, np. przeciwko *Helicobacter pylori*, zwiększającej ryzyko wystąpienia nowotworów żołądka (Fahey i in., 2001; Vaughn i Berhow, 2005; Varhoeven i in., 1997). Inne badania wykazały, że antyrakowe działanie warzyw krzyżowych należy przypisać produktom hydrolizy glukozynolanów – izotiocyanianom i związkami indolowym (Huang i in., 1994). Izotiocyaniany i związki indolowe poprzez indukcję układów enzymatycznych I i II fazy metabolizmu ksenobiotyków mogą wpływać na wydalanie bądź neutralizowanie czynników rakotwórczych i mutagennych. W I fazie produkty hydrolizy GLS mogą aktywować lub inhibować monoooksygenazy katalizujące wiele procesów oksydacyjno-redukcyjnych, natomiast w II fazie detoksykacji, w której ma miejsce tworzenie połączeń metabolitów ksenobiotyków z endogennymi związkami w celu ich wydalania z organizmu, związki te mogą nasilać działanie transferaz (Troszyńska i in., 2000).

Synapina, ester kwasu sinapowego i choliny, znacznie ogranicza stosowanie pasz rzepakowych w mieszankach dla kur znoszących jaja o brązowej skorupie wywodzących się od kur rasy rhode island red. Jaja takie mają rybi posmak i za-

pach. Traktowanie hydrotermiczne obniża zarówno zawartość glukozytanów, jak i synapiny w makuchu rzepakowym (Smulikowska, 2002, 2006).

Inne związki antyżywniowe to kwas fitynowy i jego sole, czyli fityniany. Jak wykazano w badaniach, makuch rzepakowy zawiera około 11 g fosforu w kg, jednak od 60 do 90% tego pierwiastka występuje w nim w formie fityn. Fosfor fitynowy jest niedostępny np. dla drobiu, ponadto fityny wiążą niektóre makro- i mikroelementy z mieszanek rzepakowo-zbożowych, ograniczając ich wykorzystanie przez ptaki. Szczególnie obniżona jest przyswajalność cynku. Mają one również negatywny wpływ na strawność aminokwasów i skrobi (Rutkowski i Podkański, 1995).

Taniny (garbniki roślinne) zawarte w nasionach rzepaku wywierają ujemny wpływ na strawność białka i aminokwasów (Smulikowska i in., 2006; Jeroch i in., 2013). Jednak zarówno oligosacharydy, ligniny czy taniny nie stwarzają najczęściej poważnych problemów żywieniowych, jeżeli stosowane są w ilościach zalecanych przez normy w mieszankach dla poszczególnych gatunków zwierząt (Smulikowska i in., 2006).

4.2. Makuch rzepakowy

Makuch rzepakowy to pierwszy produkt uboczny, który powstaje po wytlóczeniu oleju z nasion rzepaku. Wytłok ten jest zasobnym źródłem zarówno białka, jak i energii, dlatego też znalazł zastosowanie jako komponent mieszanek paszowych dla różnych gatunków zwierząt gospodarskich. Smulikowska (2006) w oparciu o badania własne oraz dane z licznych publikacji podaje, że udział białka surowego w rzepakowym makuchu krajowego pochodzenia może wahać się od 25 do 35%, przy zawartości lizyny od 6,2 do 6,4 g na 100 g białka, a tłuszczu surowego od 9 do 21%. Zawartość energii metabolicznej wynosi najczęściej od 9,1 do 13,4 MJ/kg, przy czym wartość energetyczna nie zawsze jest związana z ilością tłuszczu pozostałego w makuchu. Makuch, zależnie od wilgotności ziarna, z którego powstaje, ma stosunkowo wysoką zawartość suchej masy – powyżej 940 g/kg.

Kalembasa i Adamiak (2010) w analizowanym przez nich makuchu rzepakowym stwierdzili średnio 95,5% suchej masy, 6,14% popiołu surowego, 32,3% białka ogólnego, 13,9% włókna surowego, natomiast wartość metaboliczna brutto tej paszy wynosiła 21,9 MJ/kg. Zawartość pierwiastków w makuchu rzepakowym ułożyli oni w następujące szeregi malejących wartości. Dla makroskładników są to: węgiel, wodór, azot, potas, fosfor, wapń, siarka, magnez, sód. Natomiast dla pozostałych szereg malejący prezentuje się następująco: żelazo, mangan, cynk, bor, stront, bar, miedź, glin, molibden, nikiel, chrom, selen, ołów, tytan, kadm, kobalt, lit.

Średnia wartość energii brutto w suchej masie badanych przez autorów 20 próbek makuchu, pobranych z różnych olejarni na terenie kraju, wynosiła 21,9 MJ/kg, przy wartościach skrajnych od 21,0 MJ/kg do 22,5 MJ/kg (Kalembas i Adamiak, 2010).

W porównaniu do śruty rzepakowej makuch zawiera mniej aminokwasów niezbędnych – lizyny, treoniny i tryptofanu, jest natomiast bogatym źródłem aminokwasu siarkowego – metioniny (Brzóška i in., 2010a).

W tabeli 6 przedstawiono przykładowe składy chemiczne makuchu rzepakowego oznaczone przez różnych autorów.

Tabela 6. Skład chemiczny (%) i wartość energetyczna (MJ/kg) makuchu rzepakowego (według różnych autorów)

Wyszczególnienie	Źródło			
	Zalecenia żywieniowe... (2011)	Kowalska i Bielański (2011)	Strychalski i in. (2014)	Gugolek i in. (2014)
Sucha masa	91,86	90,65	90,28	90,20
Popiół surowy	5,95	6,10	6,09	6,60
Białko ogólne	32,61	32,66	31,58	35,50
Tłuszcz surowy	14,58	10,71	10,84	12,00
Włókno surowe	10,44	11,98	n.b.	13,40
Związki bezazotowe wyciągowe	28,29	n.b.	n.b.	n.b.
NDF	22,20	n.b.	22,19	24,60
ADF	n.b.	n.b.	12,61	14,00
ADL	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Energia brutto	n.b.	n.b.	20,25	18,90

n.b. – nie badano.

Gęsiorek i in. (2007) podają, że makuch jako produkt odpadowy przy produkcji oleju, poprzez tłoczenie nasion rzepaku, charakteryzuje się znaczną zawartością kwasów tłuszczowych oraz naturalnych przeciwutleniaczy. Tyś i in. (2006) wykazali, że wysoka zawartość tłuszczu oraz włókna surowego w makuchu zależy od stopnia wytlóczenia nasion rzepaku, a zawartość białka uzależniona jest w znacznym stopniu od cech genetycznych odmian tej rośliny.

Z uwagi na wyższą wartość energetyczną – wynikającą ze znacznej jeszcze zawartości tłuszczu, makuch rzepakowy, jako pasza dla zwierząt ma znacznie większą wartość odżywczą niż poekstrakcyjna śruta rzepakowa. Może on zastąpić importowaną śrutę sojową, która wobec wprowadzonego od kilku lat zakazu stosowania w żywieniu zwierząt gospodarskich mączek pochodzenia zwierzęcego stała się podstawowym źródłem białka w mieszankach paszowych. Użyteczność paszowa makuchu rzepakowego zależy w dużym stopniu od zawartości w nim glukozyzolanów alkenowych. Polskie normy zakładają, że poziom glukozyzolanów w przemysłowych nasionach rzepaku 00 nie powinien przekraczać 25 μM na 1 g suchej masy beztłuszczowej (Kowalska i Bielański, 2011). Cena makuchu rzepakowego na rynku krajowym jest znacznie niższa niż importowanej soi, co może być zachętą zarówno dla producentów pasz, jak i dla hodowców zwierząt. Należy jednak zauważyć, że makuch jest rzadziej wykorzystywany, z powodu niższej podaży niż bardziej przetworzona śruta poekstrakcyjna rzepakowa, przy której powstawaniu pozyskiwanie oleju jest bardziej efektywne.

4.3. Poekstrakcyjna śruta rzepakowa

Nasiona rzepaku, mimo wysokiej wartości energetycznej nie są powszechnie stosowane w żywieniu zwierząt, przede wszystkim ze względów ekonomicznych oraz z powodu przyczyn opisanych w rozdziale 4.1. Natomiast makuch i poekstrakcyjna śruta rzepakowa wpisane są do Rejestru Materiałów Paszowych Unii Europejskiej (pierwsze wydanie katalogu materiałów paszowych zostało opublikowane jako rozporządzenie Komisji (UE) nr 242/2010 z 19 marca 2010 r. Dz.Urz. UE L 77/17, 24.3.2010). Oznacza to, że mogą być stosowane do produkcji mieszanek paszowych lub wykorzystane w dietach dla zwierząt gospodarskich, jako komponent pasz pełnodawkowych, albo w mieszaninach innych pasz, jako źródło białka.

Produktem najbardziej rozpowszechnionym w żywieniu zwierząt gospodarskich, a powstającym przy przemysłowym przetwarzaniu nasion rzepaku na olej, jest poekstrakcyjna śruta rzepakowa. Jej wartość pokarmowa tylko nieznacznie ustępuje poekstrakcyjnej śrucie sojowej, ma bowiem nieco niższą wartość energetyczną, może zawierać glukozynolany, a białko jest nieco uboższe w lizynę, która jest słabiej strawna jelitowo i mniej dostępna. O wartości energetycznej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej decyduje przede wszystkim duża zawartość włókna surowego, od 12,5 do 13,5%, które w przypadku zwierząt monogastrycznych obniża strawność energii (Krasucki i Grela, 2004).

Szczegółowy skład chemiczny różnych poekstrakcyjnych śrut rzepakowych przedstawiono w tabeli 7. Natomiast w kolejnej tabeli 8 znajdują się informacje podane przez Buraczewską i in. (1998) dotyczące zawartości podstawowych składników pokarmowych w procencie suchej masy śrut poekstrakcyjnych rzepakowych różnego pochodzenia.

W związku z tym, że dla wielu aminokwasów występujących w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej notuje się zbliżony poziom do poekstrakcyjnej śruty sojowej, może być ona stosowana jako jej zamiennik. Liczne analizy chemiczne wykazały również, że poekstrakcyjna śruta rzepakowa zawiera makro- i mikroelementy w ilościach zbliżonych, a niekiedy wyższych niż w poekstrakcyjnej śrucie sojowej. Stwierdzono szczególnie wysoki poziom fosforu ogólnego. Nie jest on jednak wykorzystywany przez organizm, bowiem znaczna jego część jest związana w postaci fitynianów, które są trudno dostępne dla zwierząt monogastrycznych (Smulikowska, 2004, 2006). W poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej stwierdza się również obecność witamin. W porównaniu do poekstrakcyjnej śruty sojowej występuje w niej najczęściej czterokrotnie więcej witaminy E oraz pięciokrotnie więcej witaminy PP.

Z powyższych przyczyn poekstrakcyjna śruta rzepakowa, obok makuchu rzepakowego, jest najczęściej stosowaną paszą pochodzącą z przetwórstwa rzepaku w żywieniu wielu gatunków zwierząt gospodarskich.

Tabela 7. Skład chemiczny (%) i wartość energetyczna (kcal/kg) poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (według różnych autorów)

Wyszczególnienie	Źródło				
	Gasmi-Boubaker i in. (2007)	Kowalska i Bielański (2011)	Rodriguez i in. (2013)*	Matusevicius i in. (2014)	El-Medany i El-Reffaei (2015)*
Sucha masa	n.b.	90,00	89,6	n.b.	n.b.
Popiół surowy	n.b.	6,83	7,60	n.b.	n.b.
Białko ogólne	34,90	33,62	39,0	32,20	36,00
Tłuszcz surowy	n.b.	3,73	4,10	1,50	3,70
Włókno surowe	13,70	13,10	n.b.	12,10	12,00
Związki bezazotowe wyciągowe	n.b.	32,72	n.b.	n.b.	33,10
NDF (neutralne włókno detergentowe)	n.b.	39,90	32,20	26,80	
ADF (kwaśna frakcja włókna)	n.b.	n.b.	18,60	20,90	6,70
ADL (frakcja ligninowa kwaśnego włókna)	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.	n.b.
Energia brutto	n.b.	n.b.	4362	n.b.	n.b.

n.b. – nie badano.

* – śruta rzepakowa poekstrakcyjna typu „canola”.

Tabela 8. Skład chemiczny śrut poekstrakcyjnych w % suchej masy (według Buraczewskiej i in., 1998)

Wyszczególnienie	Śruta poekstrakcyjna						
	1	2	3	4	5	6	7
Białko ogólne	42,6	40,9	35,6	37,5	36,4	40,4	38,1
Tłuszcz surowy	2,6	4,7	3,0	2,1	5,2	3,7	4,8
Włókno surowe	11,0	12,5	n.b.	14,3	14,1	12,7	n.b.
NDF	27,1	30,1	25,8	32,3	26,5	25,7	23,7

n.b. – nie badano.

1 – śruta poekstrakcyjna rzepakowa z Szamotuł; 2 – śruta poekstrakcyjna rzepakowa z Kruszwicy; 3 – śruta poekstrakcyjna rzepakowa przemysłowa A; 4 – śruta poekstrakcyjna rzepakowa przemysłowa B; 5 – śruta poekstrakcyjna rzepakowa importowana; 6 – śruta poekstrakcyjna rzepakowa typu „canola”; 7 – śruta poekstrakcyjna z rzepiku żółtonasiennego.

4.4. Łuska rzepakowa

Łuska rzepakowa to nie tylko produkt uboczny przetwórstwa rzepaku. Może być także cennym materiałem paszowym. Powstaje w procesie obłuskiwania nasion rzepaku, który to przeprowadza się w celu zwiększenia poziomu białka i zmniejszenia zawartości włókna surowego w śrucie poekstrakcyjnej. Obłuskiwanie nasion rzepaku poprawia barwę i jakość pozyskiwanego oleju konsumpcyjnego (Wroniak i in., 2013), a także oleju przeznaczonego do produkcji biopaliw (Anders i in., 2011). Według Wroniak i in. (2013) zawartość łuski w nasionach rzepaku waha się w zależności od odmiany od 10,5 do nieco ponad 20%. We wspomnianych już badaniach Wroniak i in. (2013), nasiona rzepaku odmiany „Monolit” zawierały 21,7% łuski, a odmiany „Bojan” – 20,9% łuski. W tabeli 9 przedstawiono skład chemiczny łuski rzepakowej według Mitaru i in. (1984) oraz Buraczewskiej i in. (1998).

Tabela 9. Skład chemiczny łuski rzepakowej (według Mitaru i in., 1984 i Buraczewskiej i in., 1998)

Wyszczególnienie	Łuska rzepakowa z ciemną okrywą nasienną (Mitaru i in., 1984)	Łuska rzepakowa z żółtą okrywą nasienną* (Mitaru i in., 1984)	Łuska rzepakowa krajowa (Buraczewska i in., 1998)
Sucha masa (%)	89,0	90,5	n.b.
Składniki w suchej masie (%):			
popiół surowy	5,1	6,0	n.b.
białko ogólne	15,1	17,4	16,7
tłuszcz surowy	10,9	18,8	8,2
włókno surowe	39,4	20,0	31,2
NDF	63,1	39,9	52,8
ADF	57,3	34,1	n.b.
ADL	28,9	5,5	n.b.
taniny	0,15	0,10	n.b.
energia brutto (kcal/g suchej masy)	5,3	5,4	n.b.

* – *Brassica campestris*.

n.b. – nie badano.

Buraczewska i in. (1998) podają również skład aminokwasowy białka łuski rzepakowej w g na 16 g N. Są to następujące wartości: lizyna – 6,11, metionina – 1,93, cystyna – 2,38, treonina – 5,49, tryptofan – 1,21, walina – 5,83, izoleucyna – 3,99, leucyna – 5,68, fenyloalanina – 3,68, histydyna – 1,95, arginina – 5,57.

Warto także wspomnieć, że z łuski rzepakowej można pozyskiwać olej. Wytłoczony z łuski ma jednak niższą jakość niż z całego ziarna. Charakteryzuje się on większą gęstością, ciemniejszą barwą, niższą stabilnością oksydacyjną, wyższym stopniem hydrolizy i utlenienia lipidów w porównaniu z olejem z liścieni i całych nasion. W oleju z łuski mniejsza jest zawartość pełnych triacylogliceroli, większa niepełnych mono- i diacylogliceroli, wolnych kwasów tłuszczowych i fosfolipidów (Kozłowska i in., 1988; Rotkiewicz i Zadernowski, 1997).

Najczęściej łuskę rzepakową traktuje się jako dodatkowe źródło włókna surowego w dietach zwierząt gospodarskich (Mitaru i in., 1982, 1984). Pasza ta jak dotychczas znalazła zastosowanie w żywieniu trzody chlewnej (Bell i Shirez, 1982; Buraczewska i in., 1998) i przeżuwaczy (Keller i in., 1996). Kolejnym kierunkiem badawczym nad łuską rzepakową są także badania nad właściwościami antyoksydacyjnymi zawartych w niej tanin (Amarowicz i in., 2000).

W żywieniu królików łuskę rzepakową stosowali Lebas i in. (1981). Wyniki tych badań opisano w podrozdziale 6.4. – Łuska rzepakowa w żywieniu królików.

4.5. Olej rzepakowy

Produkcja paliw odnawialnych, a zwłaszcza tzw. biopaliw w krajach Unii Europejskiej stale rośnie i prawdopodobnie taki stan utrzyma się w najbliższych latach, tak ze względów ekologicznych, jak i ekonomicznych. Surowcem do otrzymywania biodiesla w Polsce jest przede wszystkim olej rzepakowy z odmian nasion podwójnie ulepszonych, tzw. dwuzerowych („00”), tj. małowłókowych, w których zawartość kwasu erukowego jest niższa niż 25 $\mu\text{mol/g}$ suchej masy beztłuszczowej. Olej przeznaczony na biopaliwa musi spełniać określone standardy. Wymagania te, zawarte w normie dotyczącej estrów metylowych jako paliw do silników wysokoprężnych najlepiej spełnia olej rzepakowy. Jego liczba jodowa (LJ) nie przekracza 120 jednostek, kwasu linolenowego jest około 12%, a kwasy tetraenowe w ogóle w nim nie występują. Zawartość wolnych kwasów tłuszczowych (WKT) i zawartość fosforu zależą natomiast od metody wydobywania oleju oraz metody i stopnia rafinacji oleju surowego. Obecne w oleju surowym stosunkowo duże ilości soli żelaza i miedzi, wpływające niekorzystnie na jego odporność na utlenianie, są również w znacznym stopniu usuwane podczas rafinacji. Na właściwości oleju, obok cech rośliny, wpływa przede wszystkim sposób jego pozyskiwania z nasion. W przypadku oleju rzepakowego jego wydobywanie w warunkach przemysłowych odbywa się metodą dwustopniową, tj. poprzez tłoczenie, a następnie ekstrakcję wytloku rozpuszczalnikami takimi jak heksan lub benzyna ekstrakcyjna. Następnie olej surowy poddawany jest częściowej lub pełnej rafinacji (Płatek i in., 1997; Radziemska i in., 2009).

Ciągła intensyfikacja produkcji oraz postęp genetyczny dokonujące się w hodowli zwierząt wymuszają stosowanie w ich żywieniu pasz o wysokiej koncentracji i strawności składników pokarmowych, w tym energetycznych, przy jednoczesnej minimalizacji zawartości substancji niepożądanych. Związane jest to ze

zmniejszoną zdolnością pobierania mieszanek paszowych, krótszym pasażem treści pokarmowej oraz większą wrażliwością układu pokarmowego wysokoprodukcyjnych ras i współczesnych linii mięsnych zwierząt. W poszukiwaniu wartościowych i efektywnych źródeł białka oraz aminokwasów limitujących niejednokrotnie zapomina się o energii. Energia odgrywa zaś zasadniczą rolę w przebiegu wszystkich procesów życiowych organizmu zwierzęcia, łącznie z trawieniem i wchłanianiem składników pokarmowych, a w konsekwencji – przyrostem tkanki mięśniowej. Stąd do natłuszczania mieszanek paszowych stosuje się również oleje roślinne. Natłuszczanie najczęściej ma miejsce w przypadku mieszanek suchych pełnoporcjowych, granulowanych. Także pasze dla królików mogą być natłuszczane, czego przykłady znajdują się w wielu publikacjach (Kowalska i Bielański, 2004; Jeroch i in., 2006; Kowalska i Piórkowska, 2006; Kowalska i Bielański, 2006; Kowalska i Bielański, 2007; Kowalska i in., 2007; Marounek i in., 2007; Kowalska, 2008; Kowalska, 2013b, 2015b).

W większości prowadzonych badań wykazano, że najkorzystniejszy skład i udział kwasów tłuszczowych we frakcji lipidowej tkanki mięsnej i tłuszczowej oraz najlepsze walory smakowe mięsa stwierdza się u zwierząt żywionych mieszankami z dodatkiem oleju rzepakowego. Jest on bardzo dobrym źródłem kwasów tłuszczowych nienasyconych, w tym kwasu oleinowego, uznawanego za dietetycznie neutralny, obniżający poziom „złego cholesterolu” (LDL) we krwi oraz nośnikiem witamin lipofilnych – A, D₃, E i K (Ackman, 1990; De Lorgeril i in., 1994; Ziemiański, 2003). Olej rzepakowy pod wymienionymi wyżej względami przewyższa znacznie jakościowo olej sojowy. W oleju rzepakowym około 10% stanowi kwas α -linolenowy, który jest macierzystą formą długołańcuchowych PUFA_{n-3} (ang. polyunsaturated fatty acids) i może być częściowo przekształcony w organizmie do EPA (kwas eikozapentaenowy), DPA (kwas dipikolinowy) i DHA (kwas dokozaheksaenowy). Należy zwrócić uwagę na bardzo korzystny stosunek kwasów szeregu $n-3/n-6$, a w szczególności linolenowego ($n-3$) do linolowego ($n-6$) wynoszący około 1:2 (Kunachowicz i in., 2005; Gebauer i in., 2006; Hooper i in., 2006; Wathes i in., 2007; Świątkiewicz i Koreleski, 2008). Pod tym względem olej rzepakowy góruje nad olejami słonecznikowym, sojowym i oliwą z oliwek, które zawierają nadmiar kwasu linolowego. Ponieważ kwasy nienasycone są łatwiej strawne niż nasycone, olej rzepakowy jest również jednym z najbardziej przyswajalnych olejów. Jego strawność wynosi około 96%. Zawiera także dużą ilość tokoferoli, stanowiących główną grupę związków zwanych tokochromanolami, fitosterole oraz niewielkie ilości betakarotenu i związków polifenolowych. Ważną rolą tych związków jest działanie przeciwutleniające (antyoksydanty), co chroni przed jełczeniem pożądane żywieniowo wielonienasycone kwasy tłuszczowe i w ten sposób ogranicza psucie się oleju (Bartkowiak-Broda, 2009).

W tabeli 10 przedstawiono zawartość wybranych kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym podawaną przez różnych autorów. Polska hodowla rzepaku posiada linie o zróżnicowanej zawartości kwasów tłuszczowych w oleju nasion: typu „HO” (ang. high oleic) o wysokiej zawartości kwasu oleinowego (około 78,4%) przy zawartości kwasu linolowego (około 7,7%) i kwasu linolenowego

(około 6,8%) oraz linie typu „LL” – (ang. low linolenic) o ekstremalnie niskiej zawartości kwasu linolenowego (około 2,8%). Wyselekcjonowane linie wysokooleinowe (HO) posiadają podwyższoną zawartość tokoferoli (około 770 mg/kg), szczególnie gamma-tokoferolu (około 500 mg/kg) wykazującego silne właściwości antyoksydacyjne (Spasibonek i in., 2011).

Uważa się powszechnie, że natłuszczenie mieszanek dla zwierząt gospodarskich olejem rzepakowym w ilości 2-3% poprawia mleczność samic, wpływa korzystnie na masę urodzeniową młodych oraz stymuluje ich przyrosty. W żywieniu zwierząt rzeźnych pozwala też na skrócenie okresu tuczu. Dodatek oleju rzepakowego do pasz jest jedną z metod modyfikacji składu produktów pochodzenia zwierzęcego i wytwarzania tzw. żywności funkcjonalnej. O rodzaju i ilości oleju w dawkach powinna jednak decydować zawartość pozostałych pasz, zwłaszcza energetycznych i zawierających znaczną ilość tłuszczu (np. kukurydzy) oraz wiek zwierząt. Z powyższych przyczyn dodatek oleju rzepakowego do dawek pokarmowych królików jest uzasadniony ekonomicznie i żywieniowo, przede wszystkim pod względem poprawy jakości mięsa. Jego zastosowanie zostanie omówione w podrozdziale 6.5.

Tabela 10. Zawartość kwasów tłuszczowych w oleju rzepakowym (według różnych autorów)

Kwasy tłuszczowe (% w oleju)	Źródło			
	Kamal-Eldin i Andersson (1997)	Canakci i Van Gerpen (2001)	Ramos i in. (2009)	Maia i in. (2012)
C 12:0	n.b.	n.b.	0,0	n.b.
C 14:0	n.b.	0,0	0,0	n.b.
C 16:0	4,6	3,49	4,9	4,4
C 16:1	0,3	0,0	0,0	n.b.
C 18:0	1,7	0,85	1,6	2,5
C 18:1	60,1	64,4	33,0	57,4
C 18:2	21,4	22,3	20,4	17,3
C 18:3	11,4	8,23	7,9	5,3
C 20:0	n.b.	n.b.	0,0	n.b.
C 20:1	n.b.	n.b.	9,3	n.b.
C 22:0	n.b.	n.b.	0,0	n.b.
C 22:1	n.b.	n.b.	23,0	n.b.
C 24:0	n.b.	n.b.	0,0	n.b.
C 24:1	n.b.	n.b.	0,0	n.b.

n.b. – nie badano.

4.6. Glicerol

Glicerol (alkohol trójwodorotlenowy, nazwa chemiczna propanotriol) znany jest także pod nazwą gliceryna. Występuje jako stały składnik wszystkich tłuszczów. Głównym źródłem glicerolu są tłuszcze roślinne i zwierzęce. Jest to organiczny związek chemiczny z grupy cukroli, będący najprostszym trwałym alkoholem trójwodorotlenowym. W odróżnieniu od metanolu i etanolu jest związkiem nietoksycznym, bezpiecznym dla środowiska, bowiem szybko ulega biodegradacji i w przypadku awarii nie zagraża glebie i wodom gruntowym.

Glicerol jest syropowatą cieczą, tłustą w dotyku, bezbarwną lub prawie bezbarwną, przezroczystą i bardzo higroskopijną (przy dostępie powietrza wchłania wilgoć), daje uczucie ciepła przy zetknięciu z ciałem, jest kompatybilny z wieloma związkami. Z wodą miesza się bez ograniczeń. W formie nieoczyszczonej – glicerol techniczny powstaje jako produkt uboczny podczas wytwarzania biodiesla z olejów roślinnych, w tym także z oleju rzepakowego. Kijora i in. (1995) podają, że z każdego 1 kg oleju rzepakowego przetwarzanego na estry kwasów tłuszczowych do napędu silników wysokoprężnych powstaje około 90-110 g surowej gliceryny. Natomiast Schumacher (2007) podaje, że z 100 kg oleju może powstać około 10 kg glicerolu. We wspomnianej nieoczyszczonej formie jest to mieszanina glicerolu, metanolu, mydeł i soli. Jego skład chemiczny jest zmienny w zależności od przebiegu procesu technologicznego. Jak podają Jeroch i in. (2013), surowy nieoczyszczony glicerol zawiera co najmniej 80% czystego glicerolu i mniej niż 0,5% alkoholu metylowego. Glicerol czysty zawiera 99% glicerolu. Wytwarzana faza glicerynowa w procesie transestryfikacji składa się w 50-65% z czystej gliceryny, metanolu, mono- i diglicerydów, wolnych kwasów tłuszczowych, fosfolipidów, tokoferoli, substancji barwnych oraz mydła. Zawartość tych składników zależy oczywiście od składu surowca wejściowego, jak i samego procesu transestryfikacji (Kotowski i in., 1994; Gaca, 2002).

Glicerol jest wykorzystywany po oczyszczeniu – w przemyśle kosmetycznym (tu pod nazwą gliceryna) – do produkcji kosmetyków, kremów czy mydeł; – chemicznym do produkcji materiałów wybuchowych (nitrogliceryna), do garbowania skór; – farmaceutycznym; oraz do produkcji barwników, płynów hamulcowych i chłodniczych, a także jako słodzik i środek utrzymujący wilgoć. Jest też składnikiem płynów do napełniania e-papierosów. Glicerol odgrywa ważną rolę w fizjologii zwierząt ze względu na zdolność do obniżania punktu zamarzania, co pozwala zwiększyć tolerancję na zamarzanie. Dlatego znalazł zastosowanie w kriokonserwacji, do ochrony plemników ssaków przed zamrożeniem (Gogol i Wierzchoś-Hilcher, 2015).

Jako ciekawostkę można podać, że w niektórych przypadkach glicerol może być również wytwarzany przez zwierzęta. Na przykład, stynka amerykańska (*Osmerus mordax*), ryba żyjąca w zimnych morzach półkuli północnej, żerująca pod lodem, wytwarza glicerol i specyficzne białko uodparniające ją na niską temperaturę. Produkcja glicerolu rozpoczyna się przy temperaturze wody około 5°C,

a w czasie zimy jest on głównym czynnikiem chroniącym krew ryby przed zimmem (Dziedzic i Ewart, 2004).

Glicerol jest typową paszą energetyczną, jednak stosowany w żywieniu zwierząt powinien spełniać wymagania gliceryny spożywczej, a więc być cieczą bezbarwną, o zawartości glicerolu (1,2,3-propanatrolu) minimum 95%, arsenu maksymalnie 3 ppm, metali ciężkich w przeliczeniu na ołów maksymalnie 5 ppm, pozostałości po spaleniu maksymalnie 0,01%, o gęstości przy 25°C w kg/m³ minimum 1,249. Powinien być wolny od metanolu, o zawartości wody poniżej 0,5%.

Glicerol nie zawiera w swoim składzie białka, włókna, witamin ani większości związków mineralnych. W organizmie zwierząt związek ten zostaje przekształcony w glukozę. Wartość energetyczna gliceryny w żywieniu zwierząt nie jest dotychczas wystarczająco rozpoznana. Jej energia brutto wynosi około 4,3 kcal/g, podczas gdy tłuszczu – 9,4, białka – 5,7, glukozy – 3,7, a skrobi lub glikogenu – 4,2 kcal/g (Barteczko, 2003). Energia brutto zawarta w glicerynie jest zatem porównywalna z węglowodanowymi składnikami paszy. Przeciętnie 9% składu gliceryny stanowią substancje mineralne, wśród których dominuje chlorek potasu i chlorek sodu. Ich zawartość w glicerynie paszowej może przekraczać nawet 7%. Przyczyną tak dużej zawartości tych substancji jest ich zastosowanie jako katalizatorów w procesie estryfikacji kwasów tłuszczowych. Wysoka zawartość tych soli sprawia, że w mieszankach paszowych ograniczyć należy udział innych komponentów bogatych w sód, chlor i potas, np. mączki rybnej.

Ze względu na słodki smak oraz znaczną wartość energetyczną glicerol może być wykorzystywany jako komponent mieszanek paszowych dla zwierząt gospodarskich. Zmieszany z paszami objętościowymi poprawia ich smakowitość, a tym samym ich pobranie. Jednak jego wysoka dawka, oprócz obniżenia wyników tuczu, powoduje patologiczne zmiany w wątrobie i nerkach, stąd wielu autorów rekomenduje dodatek dla młodych zwierząt nie większy niż 5-10%. Oczyszczony i nieoczyszczony glicerol stosowano już w żywieniu bydła (Donkin i in., 2009), drobiu (Cerrate i in., 2006), trzody chlewnej (Lammers i in., 2008; Della Casa i in., 2009; Hanczakowska i in., 2011).

Należy zauważyć, że idea żywienia zwierząt dietami z dodatkiem glicerolu to koncepcja rozwijająca się w ostatnim dziesięcioleciu. Glicerol został również wykorzystany w żywieniu królików (Inigo i in., 2011; Retore i in., 2012; Retore i in., 2012b; Klinger i in., 2015). Zagadnienie to zostanie omówione w rozdziale 6.6.

5. Pasze rzepakowe w żywieniu różnych gatunków zwierząt gospodarskich

Pasze rzepakowe znajdują obecnie powszechne zastosowanie w żywieniu wielu gatunków zwierząt gospodarskich. Stosuje się je przeważnie z przeznaczeniem dla trzody chlewnej (Fenwick i in., 1989; Doroszewski i in., 1997; Lipiński i Tywończuk, 1997; Osek i in., 1999; Schöne i in., 2001; Turyk i in., 2004; Frankiewicz i in., 2006; Hanczakowska i Świątkiewicz, 2008; Hanczakowska i in., 2011; Wojtaszczyk, 2014), bydła (Stasiniewicz i in., 2000; Strzetelski i in., 2001a; Niwińska i in., 2001; Brzóska, 2008; Strzetelski, 2009; Brzóska i in., 2010) oraz drobiu (Banaszkiewicz i Osek, 1996; Koreleski i Świątkiewicz, 2005; Smulikowska, 2006; Smulikowska i in., 2006, Koreleski i Świątkiewicz, 2006).

Najczęściej w żywieniu wykorzystywane są makuchy, poekstrakcyjne śruty rzepakowe i glicerol. Olej rzepakowy stosowany jest powszechnie do podnoszenia wartości energetycznej pasz (Jeroch i in., 2013).

Nieprzerwana intensyfikacja produkcji oraz postęp genetyczny dokonujące się w hodowli trzody chlewnej wymuszają stosowanie w jej żywieniu pasz o wysokiej koncentracji i strawności składników pokarmowych, w tym energetycznych, przy jednoczesnej minimalizacji udziału substancji antyżywniowych. Ma to niewątpliwie związek z wyższym zapotrzebowaniem współcześnie hodowanych wysokoprodukcyjnych ras i linii syntetycznych trzody chlewnej.

W badaniach naukowych wykazano, że wysokie udziały śruty rzepakowej mają negatywne działanie w żywieniu loch karmiących, natomiast znacznie szersze jest ich zastosowanie w paszach dla loch niskoprosnych. Szczególnie śruta poekstrakcyjna jest komponentem, którego skład jest dobrze dopasowany do potrzeb fizjologicznych macior w okresie wczesnej ciąży. Wpływa na to umiarkowanie wysoka koncentracja energii – około 12 MJ/kg, co sprawia, że stosowanie tego surowca nie grozi przekroczeniem ograniczonych potrzeb energetycznych macior prosnych. Wysoka zawartość włókna surowego, nawet do 14%, sprawia z kolei, że w niektórych przypadkach zbędne jest stosowanie innych surowców bogatych w ten składnik np. otrąb pszennych. Najnowsze wydanie „Zaleceń żywieniowych i wartości pokarmowej pasz dla świń” (Grela i Skomiał, 2014) sugeruje, aby udział poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w paszy dla loch wynosił maksymalnie 10%. Starsze opracowania dopuszczały jednak nawet do 15% zawartości tego surowca w składzie mieszanek paszowych. W żywieniu loch prosnych stosować można również makuchy rzepakowy, należy jednak zwrócić uwagę, aby nie przekroczyć zalecanego poziomu energii w paszy. Mieszanki przeznaczone dla loch na okres ciąży nie powinny zawierać więcej niż 12 MJ EM w kg mieszanki paszowej.

Jak wcześniej wspomniano, powszechnie panuje pogląd, że glukozytolany zawarte w makuchu rzepakowym mają niekorzystny wpływ na młode zwierzęta. Nie nadają się one do żywienia prosiąt i warchlaków. Uważa się, że pogorszenie wzrostu młodych zwierząt może być związane z poziomem glukozytolanów przekraczającym 2,7-3,6 g/kg paszy. W badaniach Frankiewicza i in. (2006) przyrosty

warchlaków o masie ciała 22-47 kg, otrzymujących makuch rzepakowy w ilości od 5 do 8% w mieszance paszowej uległy tylko niewielkiemu pogorszeniu, rzędu 5-14 g. Wykazane różnice w porównaniu z wynikami uzyskanymi w grupie kontrolnej nie były jednak istotne statystycznie.

W żywieniu loch nie stwierdzono negatywnego wpływu glukozynolanów na wskaźniki reprodukcyjne, o ile poziom tych związków był niższy niż 1,8 g/kg paszy. Wykazano, że wyższa zawartość glukozynolanów może wpływać na opóźnienie występowania rui u loszek, obniżenie masy miotów i mniejszą przeżywalność prosiąt do okresu odsadzenia (Fenwick i in., 1989).

Schöne i in. (2001), podając lochom paszę zawierającą 15% makuchu rzepakowego, stwierdzili obniżone wyjadanie paszy oraz zmniejszenie liczebności prosiąt odsadzonych. Takich negatywnych efektów cytowani autorzy nie obserwowali po zmniejszeniu ilości makuchu do 7,5%, nastąpił jednak wówczas wzrost wydalania jodu w moczu i zmniejszenie jego stężenia w mleku lochy. Badania wskazują, że glukozynolany zawarte w makuchach poprzez wpływ na tarczycę mogą powodować obniżenie ilości jodu w mleku lochy, co pogarsza status jodu u prosiąt.

W doświadczeniu Kyriazakisa i Emmansa (1993) tuczniki otrzymujące różne pasze białkowe chętniej pobierały mączkę rybną niż śrutę rzepakową, a mając do wyboru rzepak nisko- i wysokoglukozylanowy, wybierały paszę zawierającą ten pierwszy.

W dostępnym piśmiennictwie krajowym, powstałym na podstawie licznych prac naukowych, znajduje się szereg badań dotyczących żywienia tuczników paszami z dodatkiem makuchu rzepakowego. Z prac Doroszewskiego i in. (1997), Lipińskiego i Tywończuka (1997), Osek i in. (1999) oraz Turyk i in. (2004) wynika, że makuch rzepakowy u dorosłych zwierząt można stosować nawet w ilości do 20%. Należy pamiętać jednak o tym, że strawność białka makuchu rzepakowego nie jest wysoka i wynosi u świń około 79%, co jest związane z dość dużą zawartością włókna surowego, w postaci ligniny.

Hanczakowska i Świątkiewicz (2008), wprowadzając 10 lub 15% makuchu rzepakowego zamiast śruty sojowej do dawek pokarmowych dla tuczników, stwierdzili minimalne podwyższenie dobowych przyrostów u tej grupy świń w pierwszym okresie tuczu tj. od 26 do 60 kg. W drugim okresie (60-113 kg) i całym tuczu (26-113 kg) zaobserwowali nieistotny spadek przyrostów dobowych. Wykorzystanie paszy na 1 kg przyrostu było lepsze u zwierząt otrzymujących poekstrakcyjną śrutę sojową, z kolei tusze zwierząt z grup żywionych makuchem rzepakowym charakteryzowały się większą mięsnością, miały też statystycznie istotnie mniejszą grubość słoniny.

Najefektywniejszym zabiegiem zwiększania wartości energetycznej dawek dla trzody chlewnej jest natłuszczenie mieszanek olejami. Tłuszcz jest składnikiem pokarmowym, którego spalanie wyzwala trzykrotnie więcej energii w porównaniu ze spalaniem węglowodanów. Szacuje się, że dodatek 1% tłuszczu podnosi energetyczność pasz o około 90 kcal/1 kg. Zaletą stosowania oleju w mieszankach paszowych jest zmniejszenie pylistości silnie rozdrobnionych komponentów dawek, a tym samym ograniczenie zapylenia w chlewni. Natłuszczenie zwiększa pobranie

pasz przez zwierzęta i jest jedną z metod ograniczania stresu cieplnego w okresie lata, co tłumaczone jest mniejszą ilością ciepła wydzielanego w trakcie metabolizmu tłuszczu, w porównaniu z procesami przemian węglowodanów. Dodatek oleju do pasz wpływa także na wzrost przyswajalności witamin rozpuszczalnych w tłuszczach (A, D, E i K).

Ze względów ekonomicznych, największe znaczenie w żywieniu świń posiadają olej rzepakowy i rybny. Natłuszczenie mieszanek dla loch olejem rzepakowym w ilości 2-3% wpływa korzystnie na masę urodzeniową prosiąt, poprawia mleczność loch oraz stymuluje przyrosty prosiąt. Dodatkowo skład kwasów tłuszczowych oleju rzepakowego jest zbliżony do składu mleka loch. W żywieniu zwierząt rzeźnych pozwala on na skrócenie okresu tuczu. Dodatek oleju rzepakowego do pasz stosowanych w żywieniu trzody jest jedną z metod modyfikacji składu produktów pochodzenia zwierzęcego i wytwarzania tzw. żywności funkcjonalnej. O rodzaju i ilości oleju w dawkach powinna jednak decydować zawartość pozostałych pasz, zwłaszcza energetycznych i zawierających znaczną ilość tłuszczu (np. kukurydzy) oraz wiek i stan fizjologiczny zwierząt. Prosięta z uwagi na słabo rozwinięty układ enzymatyczny posiadają ograniczoną zdolność trawienia tłuszczu, dlatego dodatek oleju w paszach dla tej grupy świń nie powinien przekraczać 2% (Wojtaszczyk, 2014).

Kijora i in. (1995) stosowali z żywieniu świń od 5 do 30% glicerolu. Zwierzęta lepiej wyjadały paszę, co autorzy tłumaczą jej lepszą strukturą i słodkim smakiem. Nawet przy wysokiej 30% dawce glicerolu nie stwierdzili oni u świń żadnych zmian w wątrobie i nerkach. Autorzy za ciekawą właściwość gliceryny uznali jej zdolność do zatrzymywania wody w organizmie. Podanie glicerolu w dawce 100 g/l tuczniaka na kilka godzin przed planowaną dostawą do ubojni ogranicza ryzyko odwodnienia zwierząt w czasie transportu.

Hanczakowska i in. (2011) badali wpływ produktów ubocznych produkcji biopaliw: makuchu rzepakowego i glicerolu w żywieniu prosiąt. Doświadczenie przeprowadzono na 240 prosiątach pochodzących od loch wielkiej białej polskiej. Od 7. dnia życia wszystkie prosięta żywione były do woli standardową mieszanką PP-prestarter. Po odsadzeniu w 35. dniu życia prosięta przydzielono do trzech grup po 80 prosiąt. Grupa I (kontrolna) otrzymywała mieszankę, w której głównym źródłem białka była śruta sojowa poekstrakcyjna. W grupach doświadczalnych część śruty sojowej poekstrakcyjnej zastąpiono makuchem rzepakowym w ilości w II – grupie 3%, w III – 5%. W każdej grupie połowa prosiąt otrzymywała dodatek 4% oczyszczonego glicerolu. Paszę podawano do woli, a prosięta miały stały dostęp do wody. Zwierzęta ważono w dniu urodzenia, odsadzenia oraz w 56. i 84. dniu życia. Spożycie paszy było monitorowane. W dniu rozpoczęcia doświadczenia i odsadzenia od lochy masa ciała prosiąt była podobna i nie różniła się statystycznie istotnie. Zastosowanie w mieszankach 5% makuchu rzepakowego niekorzystnie wpłynęło na uzyskaną przez nie masę ciała przy zakończeniu doświadczenia (84. dzień życia). Prosięta tej grupy były lżejsze o około 2,6 kg od pozostałych. Wskazana różnica była statystycznie istotna ($P \leq 0,01$). Średnie przyrosty dzienne prosiąt otrzymujących 3% makuchu rzepakowego w mieszance paszowej były

takie same jak w grupie kontrolnej. Zwiększenie udziału makuchu do 5% obniżyło statystycznie istotnie ($P \leq 0,01$) przyrosty prosiąt i wykorzystanie paszy. Zastosowany w mieszankach paszowych glicerol obniżył przyrosty prosiąt, jak również pogorszył wykorzystanie paszy.

Papadomichelakis i in. (2010) stwierdzili poprawę przyrostów prosiąt w okresie od 30. do 72. dnia życia o 10% przy dawce 7,5% glicerolu oraz o 4% przy dawce 15% glicerolu. Autorzy nie podali jednak stopnia czystości preparatu, natomiast Kerr i in. (2007) doradzają stosowanie najpierw umiarkowanej dawki glicerolu (2%), a następnie, o ile przyrosty nie ulegną obniżeniu, stopniowe jej zwiększanie do 10%. Być może te rozbieżne wyniki są skutkiem stosowania preparatów o różnej czystości, ponieważ glicerol jest produktem niestandardyzowanym.

Pasze rzepakowe znalazły również szerokie zastosowanie w żywieniu bydła. Można je stosować w trojaki sposób, jako: komponent mieszanek paszowych, komponent mieszanin pasz sporządzanych w gospodarstwie, w tym jako składnik paszy TMR (Total Mixed Ration – pasze objętościowe i treściwe wraz z premiksem stanowiące pełnodawkową mieszankę) i PMR (Partly Mixed Ration – częściowo wymieszana dawka, niezawierająca jednocześnie wszystkich komponentów paszowych) oraz jako dodatek do śrut i otrąb zbożowych, mieszanek paszowych o uproszczonym składzie, komponowanych w gospodarstwie, podawanych tradycyjnie do żłobu. Dopuszczalne udziały pasz rzepakowych w mieszankach paszowych dla poszczególnych grup fizjologicznych bydła według Brzóska (2008) i Strzetelskiego (2009) powinny wynosić dla krów mlecznych – 30%, jałówek – 25%, cieląt powyżej 80-100 kg masy ciała – 20%, a buhajków opasowych – 30%.

U bydła część substancji antyodżywczych zawarta w paszach rzepakowych ulega hydrolizie i rozkładowi w procesie bakteryjnego trawienia i fermentacji żwaczowej, tracąc swoje szkodliwe właściwości. Stąd według badań wyżej wymienionych autorów dopuszczalne ilości makuchu i śruty rzepakowej dla krów mlecznych wynoszą od 1,0 do 3,0 kg/dobę, zależnie od wydajności mlecznej. Dla buhajków opasowych o masie 200-500 kg wynoszą od 0,50 do 1,5 kg/dobę.

Włączenie makuchów rzepakowych do dawek pokarmowych dla bydła wzbogaca tłuszcz mleka i mięsa w niezbędne dla zdrowia człowieka wielonienasycone kwasy tłuszczowe. Z drugiej strony, żywienie przeżuwaczy nieprawidłowo zbilansowanymi pod względem energii i białka dawkami pokarmowymi z udziałem makuchu rzepakowego może osłabić funkcje żwacza i obniżyć strawność paszy. Tłuszcz nie jest bowiem źródłem energii dla mikroorganizmów żwacza, a ponadto, ze względu na zawartość glukozyolanów może powodować obniżenie pobrania paszy (Flachowsky i in., 1994).

Na podstawie doświadczeń prowadzonych na cielętach wykazano, że zarówno przed, jak i po odłączeniu (57. dzień życia) oraz za cały okres odchowu (od 7. do 120. dnia życia) zastosowanie w mieszankach treściwych 25% wyciżyn z żółtych lub ciemnych nasion rzepaku nie obniżyło wyników odchowu cieląt w porównaniu z grupą kontrolną, otrzymującą poekstrakcyjną śrutę sojową (Strzetelski i in., 2001a; Niwińska i in., 2001). Jednak lepszym składnikiem mieszanki treściwej okazał się

makuch z nasion rzepaku o żółtej okrywie nasiennej, gdyż miał on korzystniejszy wpływ na pobranie mieszanki i codzienne przyrosty masy ciała cieląt.

Poekstrakcyjna śruta rzepakowa i makuch rzepakowy w żywieniu krów mlecznych, do wydajności 20-25 kg mleka/dobę, są pełnowartościowym substytutem śruty sojowej poekstrakcyjnej. Przy wydajności powyżej 25 kg zwiększa się zapotrzebowanie na aminokwasy egzogenne, co zmusza do komponowania mieszanek paszowych lub mieszanin pasz zawierających, obok pasz rzepakowych, śrutę sojową poekstrakcyjną w proporcji 1:1 (Brzóska i in., 2010b).

W doświadczeniu przeprowadzonym na buhajkach opasanych od 155 do 540 kg masy ciała wykazano, że skarmianie granulowanej mieszanki pełnodawkowej z 29% udziałem makuchu rzepakowego, zawierającej około 5,2% tłuszczu w suchej masie (w tym około 55% tłuszczu z makuchu) oraz bilansowanej wg norm IZ-INRA (2001), pozwoliło na uzyskanie podobnych przyrostów masy ciała (około 1220 g/dzień) jak przy skarmianiu mieszanki „kontrolnej” (1250 g/dzień) lub z udziałem nasion lnu (1280 g/dzień) (Stasiniewicz i in., 2000). Pozytywne wyniki (około 1300 g/dzień) uzyskano również przy opasie buhajków od 180 do 530 kg masy ciała, żywionych kiszoną kukurydzą i mieszanką treściwą z 29% udziałem makuchu rzepakowego, przy czym dawka pokarmowa zawierała około 4,5% tłuszczu w suchej masie, w tym około 44% z makuchu rzepakowego (Strzetelski i in., 2001b). Dzielne przyrosty masy ciała buhajków żywionych mieszanką treściwą bez udziału makuchu były zaledwie o 40 g wyższe. W obu doświadczeniach obserwowano korzystny dla zdrowia człowieka wpływ makuchu rzepakowego na skład kwasów tłuszczowych tłuszczu mięsa. Stwierdzono zwiększenie proporcji wielonienasyconych kwasów tłuszczowych, w tym sprzężonego kwasu linolowego oraz spadek poziomu cholesterolu w surowicy krwi. Makuch rzepakowy nie miał również ujemnego wpływu na fizykochemiczne właściwości mięsa.

W żywieniu krów mlecznych stosowano koncentraty białkowe (Strzetelski i in., 1995) zawierające od 50 do 70% makuchu rzepakowego o zawartości 15,8% tłuszczu w 1 kg paszy i mączkę keratynową. Mieszanki treściwe dla krów zawierały 10-25% koncentratu oraz śruty zbożowe i składniki mineralne, a zawartość makuchu rzepakowego w mieszance wynosiła od 5 do 18%. Również pozytywne efekty dało żywienie krów mlecznych mieszankami treściwymi o zawartości makuchu rzepakowego w ilości od 5 do 18%. Biorąc pod uwagę uzyskane wyniki badań można stwierdzić, że przy wprowadzeniu do dawki pokarmowej makuchu z nasion rzepaku zawartość tłuszczu w dawce nie powinna być większa niż 5-6% w suchej masie. Większy udział tłuszczu uniemożliwia prawidłowe zbilansowanie dawki pokarmowej pod względem energii i białka, a tym samym właściwe pokrycie potrzeb mikroorganizmów żwacza.

Badania prowadzone w Instytucie Zootechniki wykazały, że mieszanki treściwe dla cieląt i opasanych buhajków mogą zawierać około 25-30% makuchu z nasion rzepaku o zawartości 15% tłuszczu, a dawki pokarmowe dla krów wysokoprodukcyjnych o wydajności 8-10 tys. litrów mleka rocznie mogą zawierać nawet 3 kg tej paszy (Strzetelski, 2006). Autor uważa, że skoro produkcja przemysłowych mieszanek treściwych dla bydła wynosi w przybliżeniu około 500 tys. t,

można przyjąć, że na cele paszowe dla tej kategorii zwierząt da się wykorzystać około 125-150 tys. t makuchu rzepakowego. Jest on stosunkowo bogaty w witaminę E, która ma właściwości przeciwutleniające i dlatego nie musi być zabezpieczany przed utlenianiem. Poprawa walorów dietetycznych mięsa i mleka poprzez skarmianie dawek pokarmowych z makuchem rzepakowym powinna w przyszłości wiązać się z korzyściami ekonomicznymi, a więc z odpowiednią ceną skupu mięsa i mleka, pochodzących od zwierząt żywionych tą paszą.

Wykorzystanie glicerolu jako dodatku do pasz dla bydła oceniane jest niejednoznacznie. Różni autorzy wyrażają odmienne opinie dotyczące tego zjawiska. Według Chunga i in. (2007) dodatek glicerolu korzystnie wpływa na wydajność mleka krów, natomiast Khalili i in. (1997) oraz DeFrain i in. (2004) nie stwierdzili takiego jego działania. Ci ostatni autorzy, biorąc pod uwagę obserwowane zmiany w fermentacji w żwaczu krów, którym podawano glicerol oraz brak tego związku w osoczu krwi sugerują, że stanowił on głównie źródło energii dla mikroorganizmów żwacza, a nie brał udziału w glukoneogenezie. Według nich jest prawdopodobne, że związek ten ulega w żwaczu fermentacji do propionianu, podobnie jak węglowodany. Pasza z dodatkiem glicerolu, z powodu słodkiego smaku, jest dość chętnie wyjadana przez krowy. Spördly i Asberg (2006) porównywali wyjadanie 25 pasz, wśród których jęczmień z dodatkiem 10% glicerolu był na czwartym miejscu. Na wyższych miejscach uplasowały się śruta rzepakowa poekstrakcyjna oraz jęczmień z dodatkiem 10% oleju rzepakowego lub palmowego.

Pasze rzepakowe znalazły zastosowanie także w żywieniu różnych grup innego gatunku przeżuwaczy – owiec (Vincent i in., 1990; Masters i Mata, 1996; Borys, 2006; Borys, 2014; De Oliveira-Maia i in., 2012). I tak w żywieniu owiec matek można stosować 0,14 kg/dobę poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, co nie wpływa istotnie na zmianę masy ich ciała i stanu kondycyjnego oraz parametry użyteczności rozplodowej. Nie stwierdzono również istotnego wpływu na masę miotów i pojedynczych jagniąt po urodzeniu oraz tempo ich wzrostu w pierwszym miesiącu życia. Mieszanki paszowe zawierające poekstrakcyjną śrutę lub makuch rzepakowy mogą być także wykorzystane w pastwiskowym tuczu jagniąt, w mieszaninie z otrębami lub śrutami zbożowymi. Praktyka stosowania makuchu rzepakowego w żywieniu owiec wskazuje, że najtańsze i gospodarczo najprostsze jest zadawanie go w postaci „naturalnej”, w jakiej uzyskują go tłoczarnie oleju, tj. drobnych łusek/łupin o wielkości do 4 cm.

Owcom podawano również glicerol w ilości 48, 78, 131 lub 185 g dziennie w skoncentrowanej dawce o niskiej zawartości skrobi (Schröder i Südekum, 1999). W zależności od dawki glicerol poprawiał strawność substancji organicznej, skrobi i składników ścian komórkowych lub nie miał nań wpływu. Nie stwierdzono jednak jego szkodliwego działania. Dodawany w tych samych ilościach do dawek o wysokiej zawartości skrobi obniżał strawność włókna, ale nie miał wpływu na strawność substancji organicznej i skrobi. Zdaniem tych autorów glicerol może zastąpić w dawkach dla przeżuwaczy skrobię, mniej więcej w 10 procentach.

Pasze z rzepaku: nasiona, makuch rzepakowy, śruta poekstrakcyjna rzepakowa, glicerol mają szerokie zastosowanie przy sporządzaniu mieszanek dla różnych gatunków i grup produkcyjnych ptaków.

W badaniach na drobiu stwierdzono, że makuch rzepakowy dostarcza białka o dobrym składzie aminokwasowym, a z uwagi na pozostałość oleju wzbogaca mięso i jaja w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (Smulikowska, 2006). Wzrost udziału kwasu linolenowego i jego *n-3* pochodnych (EPA i DHA) w tłuszczu mięsa jest korzystny z punktu widzenia dietetycznych wymagań konsumentów. Z uwagi na dopuszczalną zawartość glukozyolanów w mieszankach dla drobiu, udział makuchu rzepakowego w recepturze mieszanki nie powinien przekraczać 10%. Jednak ze względu na to, że u drobiu pobrany pokarm przechodzi szybko przez przewód pokarmowy, dlatego od 55 do 70% pobranych glukozyolanów opuszcza przewód pokarmowy kurcząt w stanie nierozłożonym. Jest to jeden z powodów, dla których drób jest mniej wrażliwy na niekorzystne działanie glukozyolanów niż świnie.

W przypadku kur, pochodnych rasy rhode island red (RIR), znanych pod nazwą „rodajlend” lub „karmazyn”, niosących jaja o brązowych skorupkach, co sygnalizowano już poprzednio, poziom makuchu rzepakowego nie powinien przekraczać 4%, z uwagi na obecność w rzepaku synapiny. Przemiany synapiny w organizmie ptaków do trójmetyloaminy – aminy o charakterystycznym nieprzyjemnym rybim zapachu może pogarszać jakość jaj (Koreleski i Świątkiewicz, 2006, 2009). W żywieniu brojlerów kurzych równoczesne wprowadzenie oleju rzepakowego, tłuszczu rybnego i witaminy E powodowało wzrost zawartości kwasów tłuszczowych EPA i DHA oraz α - tokoferolu (witaminy E) w mięsie (Koreleski i Świątkiewicz, 2005).

Banaszkiewicz i Osek (1996) uzyskali przy stosowaniu mieszanek zawierających 10 lub 15% makuchu rzepakowego dobre wyniki produkcyjne u kurcząt brojlerów. Wraz z 10% makuchu wprowadza się od 10 do 20 g oleju rzepakowego do mieszanki. Wpływ tego oleju na skład lipidów produktów drobiarskich zależy od ogólnej ilości oraz składu pozostałego tłuszczu w mieszance.

Należy pamiętać o tym, że do celów żywieniowych nadają się pasze rzepakowe z nasion rzepaku dobrej jakości, niezawierające toksyn pleśniowych, nadmiaru metali ciężkich i pestycydów. Rozporządzenia do Ustawy o paszach (2006) podają dopuszczalne ilości tych substancji w paszach dla drobiu i w materiałach paszowych, w tym rzepakowych.

Badania Simona i in. (1996) wykazały, że wprowadzenie 5-10% glicerolu do diety dla kurcząt brojlerów polepszyło nieco wskaźniki produkcyjne i bilans azotu u tych ptaków, choć w stosunku do grupy kontrolnej różnice nie były statystycznie istotne. Przy wyższych dawkach glicerolu (20 lub 25%) przyrosty masy ciała ulegały obniżeniu. Przy najwyższej dawce glicerolu (25%) stwierdzono patologiczne zmiany w wątrobie i nerkach. W drugim doświadczeniu ci sami autorzy (Simon i in., 1997) stosowali jedynie 10% dodatek glicerolu, zmniejszając poziom białka w dawce dla kurcząt brojlerów. Na początku doświadczenia ptaki otrzymujące glicerol lepiej wyjadały paszę, jednak w końcowym rachunku przyrosty, wykorzy-

stanie paszy i bilans azotu nie uległy poprawie. Ptaki wydalają 26% pobranego glicerolu, a jego zawartość w osoczu krwi, mięśni piersiowym i wątrobie była znacznie wyższa niż w grupie kontrolnej. W konkluzji autorzy podali również, że w dawkach dla brojlerów, bez negatywnych następstw, można zastosować dodatek 10% glicerolu w miejsce skrobi kukurydzianej.

Lin i in. (1976) w badaniach biochemicznych stwierdzili, że zwiększony udział glicerolu w paszy kurcząt (43% energii diety) powodował w wątrobie spadek syntezy kwasów tłuszczowych. Natomiast u indyczek nieśnych zastąpienie 30% energii z węglowodanów glicerolem skutkowało wzrostem stężenia glikogenu w wątrobie (Rosebrough i in., 1978).

Rzepak i jego produkty uboczne stosowano nie tylko w żywieniu tradycyjnie hodowanych gatunków drobiu – kur czy indyków, podejmowano również próby jego zastosowania w żywieniu strusi afrykańskich (*Strutio camelus*) (Brand i in., 2000).

Pasze rzepakowe próbowano także wykorzystywać w żywieniu koni (Sutton, 1988; Cymbaluk, 1990), zwierząt futerkowych mięsożernych, np. norek (Belzile i in., 1974; Henriksen i in., 1987; Tauson i Neil, 1991; Gugolek i in., 1997; Lorek i Gugolek, 1998) czy lisów polarnych (Lorek i in., 1999; Nowicki i in., 2013; Nowicki i in., 2014); stosowanie ich jednak się nie upowszechniło.

Znane są także przypadki wykorzystania wysokobiałkowych koncentratów wyprodukowanych na bazie rzepaku w akwakulturze, w żywieniu różnych gatunków ryb, np. pstrągów, tilapii, sumów w hodowlach zamkniętych, a nawet krewetek (Lim i in., 1997; Lim i in., 1998; Abdul-Aziz i in., 1999; Burel i in., 2000; Maenz, 2007; Adem i in., 2011).

6. Pasze rzepakowe w żywieniu królików

Początkowo, gdy uprawiano pierwotne formy rzepaku, nie uważano nasion rzepaku i pasz pochodzących z jego przetwórstwa za pożądane komponenty paszowe w dietach, z powodu znacznej zawartości substancji antyżywniowych, negatywnie wpływających na zdrowie zwierząt (Bonadonna i Pozzi, 1957; Oleszek, 1995). Dlatego też większość literatury fachowej podaje ograniczenia dotyczące stosowania tych pasz, w tym także dla królików. W podręczniku Bielańskiego i in. (1996) znajduje się informacja, że zawartość nasion rzepaku 00 oraz śruty poekstrakcyjnej rzepakowej w mieszankach paszowych dla królików rosnących i dorosłych nie powinny stanowić więcej niż 10%. Według tych autorów czynnikiem ograniczającym ich wykorzystanie jest obecność glukozyolanów i synapiny. Podobne wątpliwości dotyczyły także i innych pokrewnych roślin z rodziny kapustowatych (Pasupathi, 2015; Khan i in., 2015). Jednak doskonalenie rzepaku jako rośliny uprawnej, co opisano w rozdziale 3, spowodowało obniżenie w jego nasionach poziomu substancji szkodliwych, zarówno glukozyolanów, jak i kwasu erukowego, co rozszerzyło jego wykorzystanie paszowe.

Współcześnie rzepak i jego produkty uboczne generalnie nie budzą wątpliwości jako pasze dla różnych grup zwierząt, co przedstawiono w poprzednim rozdziale. Również w żywieniu królików są coraz częściej stosowane. Dotyczy to zarówno nasion rzepaku, makuchu rzepakowego, poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, łuski rzepakowej, oleju rzepakowego, jak i glicerolu.

W wydanej w 2013 roku monografii pt. „Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt gospodarskich”, jej autorzy – Jeroch i in. (2013) – poświęcili zaledwie czterostronicowy podrozdział możliwościom wykorzystania pasz rzepakowych w żywieniu królików. Dodatkowo w podrozdziale tym zawarli również informacje o zastosowaniu pasz rzepakowych w akwakulturze. Trudno w pełni zgodzić się z autorami, że wiedza dotycząca zagospodarowania pasz pochodzących z przetwórstwa rzepaku jedynie u przeżuwaczy, trzody chlewnej i drobiu jest dostatecznie poznana, natomiast w przypadku innych gatunków, w tym także królików, jest skromna. Dlatego też autorzy niniejszej monografii w kolejnych podrozdziałach przedstawiają szczegółowo przegląd badań dotyczących wykorzystania nasion rzepaku i produktów jego przetwórstwa w żywieniu królików mięsnych.

6.1. Nasiona rzepaku w żywieniu królików

Jak dotąd, możliwość wykorzystania całych, nieprzetworzonych nasion rzepaku w żywieniu rosnących królików była badana tylko przez Dänickego i in. (2004). Autorzy ci wykorzystali w doświadczeniu hybrydowe króliki ZiKa, które żywili różnymi poziomami tego komponentu paszowego: 0, 5, 10, 15 oraz 20%. Zaobserwowali oni tendencję zwiększonego pobrania paszy przez zwierzęta wraz z rosnącą ilością rzepaku w dawce, co jednak nie wpłynęło na średnie dobowe przyrosty. Wyniki te przedstawiono w tabeli 11. Najkorzystniejszym współczynnikiem wykorzystania paszy (1,94 g spożytej paszy/g przyrostu masy ciała) ce-

chowaly się króliki, które nie otrzymywały rzepaku w dawce, następnie króliki żywione z 5% udziałem tego komponentu – 2,08 g paszy/g przyrostu masy ciała. Gorsze współczynniki notowano u zwierząt żywionych z 10% i 15% udziałem nasion rzepaku – odpowiednio 2,21 g/g i 2,25 g/g, natomiast króliki otrzymujące paszę z 20% poziomem nasion rzepaku zużywały relatywnie niewiele, bo 2,20 g paszy na g przyrostu masy ciała. Końcowe masy ciała królików nie różniły się statystycznie istotnie między grupami.

Tabela 11. Efekty tuczu u królików żywionych z różnym udziałem nasion rzepaku (według Dänického i in., 2004)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa				
	NRZ 0%	NRZ 5%	NRZ 10%	NRZ 15%	NRZ 20%
Pobranie paszy (g/d)	92	100	101	106	104
Przyrosty dobowe (g/d)	47	48	45	47	47
Wykorzystanie paszy (g/g)	1,94 ^a	2,08 ^{ab}	2,21 ^b	2,25 ^b	2,20 ^b
Masa ciała w 84. dniu (g)	3319	3331	3288	3318	3193

NRZ – nasiona rzepaku.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Chociaż nie przeprowadzono badań strawności składników pokarmowych, można domniemywać, że była ona ograniczana przez glukozynolany obecne w nasionach rzepaku. Należy przypuszczać, że właśnie te związki antyżywniowe wpłynęły na zwiększenie w surowicy krwi koncentracji hormonu tarczycy trójiodotyroniny w postaci związanej z białkami – T₃ oraz w postaci wolnej – fT₃, co przedstawiono w tabeli 12. Podniesione poziomy T₃ i fT₃ sugerują wystąpienie u królików nadczynności tarczycy. Stan ten jest powiązany ze zwiększonym tempem metabolizmu u zwierząt, co w konsekwencji może doprowadzić do spadku masy ciała (Clement i in., 2002). Istotna w przedstawionych badaniach była tendencja większego pobrania paszy przez króliki wraz ze wzrostem udziału rzepaku w dawce.

Tabela 12. Poziom hormonów tarczycy w surowicy krwi królików żywionych z różnym udziałem nasion rzepaku (według Dänického i in., 2004)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa				
	NRZ 0%	NRZ 5%	NRZ 10%	NRZ 15%	NRZ 20%
T ₃ (nmol/L)	1,14 ^a	1,37 ^{ab}	1,44 ^{ab}	1,43 ^b	1,51 ^b
T ₄ (nmol/L)	26	25	28	26	28
TSH (mU/L)	0,022	0,024	0,025	0,021	0,027
fT ₃ (pmol/L)	6,60 ^a	7,64 ^{ab}	7,99 ^{ab}	8,51 ^b	8,96 ^b
fT ₄ (pmol/L)	8,91	9,09	9,00	9,16	10,32

NRZ – nasiona rzepaku.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Dänicke i in. (2004) zbilansowali diety w taki sposób, że wraz ze wzrostem udziału nasion rzepaku malały udziały śruty sojowej poekstrakcyjnej, kolejno w grupach doświadczalnych o: 7,3%, 6,0%, 3,6% i 1,2% oraz oleju sojowego – odpowiednio o: 4,9%, 2,9%, 0,7% i 0%. Udział kwasu oleinowego w oleju sojowym wynosił 24,6%, natomiast w oleju wyekstrahowanym z rzepaku 52,8%. Kwasu linolenowego było odpowiednio 44,1% i 19,4%. Z tego powodu, wraz ze zwiększającym się poziomem nasion rzepaku w dietach, udział kwasu oleinowego wzrastał (od 22% w mieszance bez dodatku rzepaku – aż do 52% w mieszance z 20% jego udziałem), a udział kwasu linolenowego – malał (od 34% do 20%). Profil kwasów tłuszczowych w badanych dietach wpłynął na profil kwasów w mięsie królików objętych doświadczeniem. Udział kwasu oleinowego wzrósł od 49,36% w grupie królików żywionych bez udziału rzepaku – do 77,4% w grupie zwierząt otrzymujących w dawce 20% rzepaku, a kwasu linolenowego zmalał odpowiednio z 53,18% do 38,5%. Obserwowane zmiany wpłynęły na poprawę aromatyczności mięsa pochodzącego od zwierząt żywionych paszami z dodatkiem nasion rzepaku.

Z wyników badań nad dodatkiem nasion rzepaku do diety królików można wnioskować, że w początkowym okresie tuczu nawet 5% udział tego komponentu nie wpływa korzystnie na zwierzęta, natomiast w dalszym okresie można jego poziom zwiększyć do 10%. Taki udział wydaje się również najbardziej korzystny ze względu na aromat i profil kwasów tłuszczowych mięsa. Jednak wykorzystanie paszy przez zwierzęta za cały okres tuczu oraz poziom hormonów tarczycy w ich surowicy krwi sugerują, iż nasiona rzepaku nie są dobrym substytutem poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu królików.

6.2. Makuch rzepakowy w żywieniu królików

Makuch rzepakowy jest produktem ubocznym powstałym z wyłaczania na zimno oleju z nasion rzepaku. Produkt ten, w zależności od zastosowanego stopnia zgniotu nasion, zawiera jeszcze od 8 do 20% oleju. Metodę wyłaczania na zimno powszechnie stosuje się podczas przemysłowej produkcji biodiesla.

Warto na wstępie zauważyć, że badania nad wykorzystaniem makuchu rzepakowego w żywieniu królików wykonywano w większości w Polsce.

Kowalska (2009), jako pierwsza w kraju, podjęła badania mające na celu określenie możliwości wykorzystania makuchu rzepakowego w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej w żywieniu samic stada podstawowego oraz młodzieży, dwóch ras królików: nowozelandzkiej białej i popielniańskiej białej. Autorka badała wpływ zastosowanego czynnika żywieniowego na wyniki produkcyjne oraz jakość pozyskanego mięsa.

Wyniki przeprowadzonych badań wykazały, że żaden z zastosowanych poziomów (5% i 10%) makuchu rzepakowego w mieszance paszowej dla królików obydwu ras nie wpłynął negatywnie na wyniki produkcyjne. U obydwu analizowanych ras królików otrzymujących 10% dodatek makuchu rzepakowego w mieszance paszowej stwierdzono istotne zmniejszenie jej pobrania.

Pod wpływem dodatku makuchu rzepakowego nie uległ zmianie podstawowy skład mleka wydzielonego podczas laktacji (białka, laktozy, tłuszczu). Zmienił się natomiast istotnie profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka. W grupach doświadczalnych stwierdzono statystycznie istotne obniżenie w stosunku do grupy kontrolnej ilości wielonienasyconych kwasów szeregu $n-6$, w związku z czym statystycznie istotnemu obniżeniu uległ stosunek ilości wielonienasyconych kwasów tłuszczowych szeregu $n-6/n-3$. Mleko samic żywionych dietami z dodatkiem makuchu rzepakowego charakteryzowało się wyższą koncentracją kwasów EPA i DHA. Stwierdzono, że tłuszcz mlekowy wzbogacony w kwasy EPA i DHA posiada strukturę emulsji drobnych kuleczek otoczonych białkowo-lipidową membraną, dzięki czemu wchłania się wolniej i tym samym może być lepiej wykorzystywany. Zmiany te okazały się korzystne dla zdrowotności młodych królicząt. Również według badań Christa i in. (1996) oraz D'Amboli i in. (1991) istnieje istotna współzależność między rodzajem tłuszczu wprowadzonego do diety a odpornością młodych królicząt i tym samym procentem odchowanych młodych.

Wyniki przeprowadzonych dyssekcji tuszek wykazały (tab. 13), że króliki z grup doświadczalnych obydwu ras były mniej otłuszczone. Na kształtowanie się omawianej cechy miała niewątpliwie wpływ dawka pokarmowa z udziałem makuchu rzepakowego. Zbliżone wyniki uzyskali Banaszkiewicz i Osek (1996), badając otłuszczenie kurcząt brojlerów. Wprowadzenie makuchu rzepakowego do mieszanek dla tych ptaków spowodowało zmniejszenie otłuszczenia tuszek.

Wprowadzenie do mieszanki paszowej 5 lub 10% makuchu rzepakowego, w porównaniu z grupą kontrolną, zmieniło również istotnie zawartość niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa. Zmiany te były korzystne z punktu widzenia diety człowieka. W odpowiedzi na zastosowany czynnik żywieniowy pomiędzy badanymi rasami stwierdzono istotne różnice ($P \leq 0,01$). Na stopień wzbogacenia lub zubożenia tkanki mięśniowej w określone kwasy tłuszczowe może wpływać szereg czynników. Pomimo że u zwierząt obserwuje się znaczną zależność składu lipidowego tkanek od zawartości kwasów tłuszczowych w paszy, to efektywność procesu fizjologicznej transformacji kwasów tłuszczowych pasza-tkanka może wykazywać odmienne tendencje. Badane rasy różniły się między sobą przede wszystkim czasem dojrzewania do rozplodu, liczebnością miotów czy tempem wzrostu. W związku z tym ich mięso może w niejednakowym czasie uzyskiwać pełną dojrzałość, w czym można upatrywać otrzymane różnice.

W przypadku rasy nowozelandzkiej białej za korzystną zmianę należy uznać zwiększenie ilości kwasu linolenowego, sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-3$ oraz zawężenie proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$. Dla rasy popielniańskiej białej natomiast obniżenie ilości najbardziej hypercholesterolemicznych kwasów tłuszczowych (laurynowego, mirystynowego i palmitynowego), obniżenie ilości nasyconych kwasów tłuszczowych, zwiększenie sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-3$, przy jednoczesnym obniżeniu ilości sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-6$ oraz zawężenie proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$.

Tabela 13. Wyniki dyssekcji tuszek (g) (wg Kowalskiej, 2009)

Wyszczególnienie	Rasa NB/Grupa			Rasa PB/Grupa		
	I	II	III	I	II	III
Masa tuszki schłodzonej	1213,5	1175,0	1131,0	1182,5	1239,0 ^a	1127,0 ^a
Skład tkankowy części przedniej:	449,5	383,5	378,0	424,0	443,0	398,0
masa mięśni	300,5	284,5	274,0	298,0	322,0	285,0
masa kości	109,0 ^a	80,0 ^b	90,0 ^b	104,0	106,0	92,0
masa tłuszczu	40,5 ^{Aa}	19,0 ^b	14,0 ^B	22,0 ^a	15,0 ^b	21,0
Skład tkankowy combra:	322,0	343,0	329,0	333,5	361,0 ^a	300,0 ^b
masa mięśni	248,0	270,0	265,0	269,0	295,0 ^a	252,0 ^b
masa kości	54,0	59,0	55,0	45,5	53,0 ^a	38,0 ^b
masa tłuszczu	20,0 ^a	14,0	9,0 ^b	19,0 ^a	13,0	10,0 ^b
Skład tkankowy części tylnej:	442,0	448,0	424,0	425,0	435,0	429,0
masa mięśni	360,0	370,0	346,5	339,0	348,5	344,0
masa kości	76,0	70,5	69,0	73,0	80,5	83,0
masa tłuszczu	6,0	8,0	8,5	13,0	6,0	2,0
Masa mięśni w tuszce	908,0	923,5	885,5	906,0	965,5 ^a	877,0 ^b
Masa kości w tuszce	239,0	209,5	214,0	222,5	239,5	217,0
Masa tłuszczu w tuszce	66,5 ^{Aa}	41,0 ^b	31,5 ^B	54,0 ^a	36,0	33,0 ^b

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

^{A, B} – średnie oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie.

Barlow i Pike (1991) oceniają, że dzienne zapotrzebowanie organizmu człowieka na kwasy szeregu *n-3* wynosi około 3000 mg, z czego na kwasy długołańcuchowe (EPA, DPA, DHA) – 1000 mg. W Polsce, podobnie jak w większości krajów europejskich, typowa dieta jest w te kwasy niedoborowa, a ich spożycie jest kilkakrotnie za niskie. Także stosunek kwasów szeregu *n-6/n-3* w pożywieniu współczesnego człowieka nie jest prawidłowy, gdyż wynosi około 10-20:1, a powinien być nie szerszy niż 5-6:1. Nadmierna konsumpcja kwasów szeregu *n-6* zaburza metabolizm kwasów szeregu *n-3* i fizjologiczną równowagę związków, które są syntetyzowane z tych kwasów (Newton, 1996). Związane jest to z faktem, że wytwarzanie w komórkach wątroby pochodnych kwasu linolowego i linolenowego odbywa się oddzielnie w ramach obu rodzin kwasów przy udziale tych samych układów enzymatycznych: desaturaz i elongaz. Stąd też nadmiar kwasu linolowego prowadzi do większej koncentracji kwasu arachidonowego przy równoczesnym zahamowaniu syntezy kwasów EPA i DHA. Odpowiednia ilość kwasów

z szeregu *n-3* w codziennym pożywieniu zapobiega nadmiernemu wytwarzaniu w organizmie produktów pochodnych kwasu arachidonowego (Karłowicz-Bodalska i Bodalski, 2007).

Analizując wpływ udziału PUFA w mięsie króliczym na podatność tłuszczu na utlenianie, odnotowano statystycznie istotny spadek wartości wskaźnika TBA-RS po 14 i 90 dniach przechowywania mięsa dla rasy nowozelandzkiej białej, w przypadku wprowadzenia 5% makuchu rzepakowego do mieszanki paszowej. Świadczy to o wolniejszym tempie utleniania się lipidów mięsa u zwierząt tej rasy. W przypadku rasy popielniańskiej białej dodatek makuchu rzepakowego nie miał podobnego wpływu, pomimo że zwiększał statystycznie istotnie zawartość PUFA w mięsie. Wyniki te można również łączyć z brakiem ukształtowania pełnej dojrzałości mięsa u królików rasy popielniańskiej białej.

Analizując średnią zawartość cholesterolu w tkance mięśniowej, stwierdzono dla rasy nowozelandzkiej białej wartości – 66,13 mg/100 g, a dla rasy popielniańskiej białej – 63,10 mg/100 g. U obydwu analizowanych ras najniższą wartość cholesterolu stwierdzono u królików otrzymujących 5% makuchu rzepakowego, natomiast przy 10% obserwowano tendencje wzrostowe. Badania prowadzone przez Xiccato i Trocino (2003) nad wpływem zwiększonego udziału tłuszczu w zbilansowanych dawkach pokarmowych u królików wskazują, że zastosowanie niezbędnych nienasyconych kwasów tłuszczowych o odpowiedniej relacji między poszczególnymi rodzajami kwasów może wpływać na ograniczenie poziomu cholesterolu całkowitego w mięśniach i tłuszczu zapasowym. Efekt ten zachodzi w drodze stymulacji bądź hamowania aktywności reduktazy HMG CoA w wątrobie – enzymu kontrolującego proces syntezy cholesterolu.

Z oznaczeń biochemicznych w surowicy krwi w grupach doświadczalnych u obydwu ras, za korzystny autorka uznała wysoki udział cząstki HDL biorącej udział w transporcie powrotnym cholesterolu do wątroby.

Kwasowość pH_{45} mięsa królików ras nowozelandzkiej białej i popielniańskiej białej, zarówno w grupach kontrolnych, jak i doświadczalnych odpowiadała wartościom podawanym dla mięsa króliczego dobrej jakości, zawierającym się w przedziale od 6,10 do 6,80 (Barabasz i Bieniek, 2003). Wartość pH_{24h} wynosiła średnio dla obydwu ras 5,70 i mieściła się również w granicach dla mięsa dobrej jakości (5,60-5,85). Wyniki oznaczeń wartości pH badanych prób mięsa wskazują na przebieg poubojowych zmian kwasowości, typowy dla mięsa normalnego.

Zawartość białka w mięsie w prowadzonych badaniach wynosiła średnio dla rasy nowozelandzkiej białej – 25,44% a dla rasy popielniańskiej białej – 25,42% i była nieco wyższa od podawanej przez Cavani i in. (2000), Maj i in. (2008), Szkucika i Libelta (2006) oraz Łapę (2005) w mięsie królików ras czystych i ich mieszańców. Pomiędzy grupami nie wystąpiły statystycznie istotne różnice.

Zawartość tłuszczu w próbkach z mięśnia najdłuższego grzbietu (*Musculus longissimus dorsi*) u królików grup doświadczalnych była niska i wynosiła średnio dla obydwu badanych ras 1,36%, w grupach kontrolnych była istotnie wyższa – dla rasy nowozelandzkiej białej 2,11% a dla rasy popielniańskiej białej 2,02%. Łapa (2005) podaje zawartość tłuszczu dla rasy nowozelandzkiej białej na poziomie –

1,71%, Maj i in. (2008) – 1,60%, Szkucik i Libelt (2006) – 1,12%. Na odkładanie tłuszczu przez organizm ma wpływ stopień nasycenia zawartych w pokarmie kwasów tłuszczowych. Tłuszcze o niskim stopniu nasycenia mogą wpływać na mniejsze otluszczenie. Przyczyną niskiego otluszczenia może być także stymulujący wpływ kwasów wielonienasyconych na enzymy powodujące rozkład kwasów tłuszczowych w wyniku β -oksydacji (Hanczakowski, 2003). Na kształtowanie się omawianej cechy miała wpływ dawka pokarmowa z udziałem makuchu rzepakowego.

Porównując wpływ zastosowania różnych poziomów makuchu rzepakowego w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej, autorka stwierdziła, że czynnik ten nie pogorszył WWPK (wskaźnika wydajności produkcyjnej królików służącego do określenia możliwości produkcyjnych posiadanego stada, jak i do porównania wydajności poszczególnych ras królików), a nawet powodował pojawienie się pewnych tendencji wzrostowych.

Uogólniając, autorka stwierdziła, że wprowadzenie do paszy dla królików w miejsce poekstrakcyjnej śruty sojowej 5 lub 10% makuchu rzepakowego nie miało negatywnego wpływu zarówno na wyniki produkcyjne, jak i na pozyskiwane od królików mięso. Dla obydwu analizowanych ras uzyskano korzystne z punktu widzenia dietyki człowieka obniżenie stosunku kwasów szeregu $n-6/n-3$. W przypadku grupy żywionej pełnoporcjową mieszanką granulowaną, gdzie wprowadzono 5% makuchu rzepakowego, uzyskano istotne zmniejszenie poziomu cholesterolu w mięsie.

Kolejne prace dotyczące stosowania makuchu rzepakowego w żywieniu królików wykonano także w Instytucie Zootechniki w Balicach. Kowalska i Bielański (2011a) badali wpływ zastosowania makuchu rzepakowego, w udziale 5% mieszanki paszowej, na jakość pozyskiwanego mięsa od królików. Uzyskane wyniki badań pozwoliły na stwierdzenie, że wprowadzenie do paszy dla królików dodatku makuchu nie miało negatywnego wpływu na pozyskiwane od nich mięso. Wyniki przeprowadzonych dyssekcji wykazały, że tuszki królików grupy, w której zastosowano 5% dodatek makuchu rzepakowego były dwukrotnie mniej otluszczone w stosunku do grupy kontrolnej. Dodatek tego komponentu do paszy nie miał jednak wpływu na zawartość mięśni w tuszce królików. Natomiast zmieniła się istotnie zawartość niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa króliczego. Stwierdzono, że 5% dodatek makuchu rzepakowego skutkował korzystniejszym profilem kwasów tłuszczowych lipidów mięsa, aczkolwiek nie zaobserwowano istotnego wzrostu udziału kwasu oleinowego, mimo że pasze rzepakowe są jego bogatym źródłem. Za dodatnie zmiany z punktu widzenia dietyki człowieka, przy dodatku makuchu rzepakowego do mieszanki paszowej dla królików, autorzy uznali obniżenie w tkance mięśniowej stosunku wielonienasyconych kwasów tłuszczowych szeregu $n-6/n-3$ oraz statystycznie istotnie niższą zawartość cholesterolu.

Szczegółowych wyników dostarczyły też kolejne badania Kowalskiej i Bielańskiego (2011b) nad zastosowaniem makuchu rzepakowego w żywieniu samic królików rasy nowozelandzkiej białej oraz ich potomstwa. Makuch rzepakowy w ilości 5% i 10% wprowadzono do dawki pokarmowej, w miejsce poekstrakcyj-

nej śrutę sojowej, będącej podstawowym źródłem białka w grupie kontrolnej. Zastosowane poziomy makuchu rzepakowego wpłynęły pozytywnie na wyniki produkcyjne samic. Na poziomie istotności statystycznej różnice przemawiające na korzyść żywienia dawkami z udziałem makuchu rejestrowano w odniesieniu do masy miotu po urodzeniu, liczebności miotu w 21. i 35. dniu życia i masy miotu w 35. dniu życia, jak również masy pojedynczego króliczęcia w dniu urodzenia. Wyniki tego eksperymentu przedstawiono w tabeli 14.

Tabela 14. Wyniki produkcyjne samic żywionych z różnym udziałem makuchu rzepakowego (według Kowalskiej i Bielańskiego, 2011b)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa		
	0% MRZ	5% MRZ	10% MRZ
Liczebność w dniu urodzenia (szt.)	6,1 ^a	6,8	7,0 ^b
Masa miotu po urodzeniu (g)	385,3 ^{Aa}	458,0 ^b	479,0 ^B
Liczebność w 21. dniu życia (szt.)	5,6 ^a	6,3	6,4 ^b
Masa miotu w 21. dniu życia (g)	1881,6	2138,6	2032,0
Liczebność w 35. dniu życia (szt.)	5,3 ^a	6,1	6,2 ^b
Masa miotu w 35. dniu życia (g)	4292,6 ^A	4972,6 ^B	5127,7 ^B
Masa 1 szt. w dniu urodzenia (g)	63,3 ^a	67,3	68,3 ^b
Masa 1 szt. w 21. dniu życia (g)	332,4	340,6	322,5
Masa 1 szt. w 35. dniu życia (g)	803,5	813,3	826,1
Przyrosty do 21. dnia życia (g)	269,2	273,3	254,2
Przyrosty do 35. dnia życia (g)	740,2	745,9	757,5

MRZ – makuch rzepakowy.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

^{A, B} – średnie oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie.

Stwierdzono też, że dodatek do pasz makuchu rzepakowego w ilości 5% i 10% poprawił wyniki tuczu królików (tab. 15). W zakresie wielu badanych cech odnotowano szereg różnic statystycznie istotnych, a w przypadku przyrostów dziennych do 90. dnia życia tendencję zwiększonych przyrostów w grupach zwierząt żywionych paszą z dodatkiem tego komponentu. Również w odniesieniu do współczynnika wykorzystania paszy wystąpiła korzystna tendencja, był on bowiem najmniejszy w grupie żywionej mieszanką z 10% udziałem makuchu rzepakowego i wynosił 3,4 g paszy na g przyrostu, nieco większy w grupie z 5% poziomem makuchu – 3,5 g/g, natomiast największy w grupie kontrolnej żywionej standardową mieszanką paszową bez udziału makuchu – 3,6 g/g.

Tabela 15. Wyniki tuczu królików żywionych z różnym udziałem makuchu rzepakowego (według Kowalskiej i Bielańskiego, 2011b)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa		
	0% MRZ	5% MRZ	10% MRZ
Masa ciała w 35. dniu życia (g)	774,8	799,4	798,7
Masa ciała w 56. dniu życia (g)	1515,6 ^a	1627,6	1651,5 ^b
Masa ciała w 77. dniu życia (g)	1909,3 ^a	1995,4	2048,6 ^b
Masa ciała w 90. dniu życia (g)	2439,6 ^a	2521,7	2548,1 ^b
Przyrost w okresie 35-56 dni (g)	731,1 ^a	836,7 ^b	852,8 ^b
Przyrost w okresie 35-77 dni (g)	1134,7 ^a	1205,0 ^b	1249,9 ^b
Przyrost w okresie 35-90 dni (g)	1665,6 ^a	1731,3	1748,6 ^b
Przyrosty dzienne do 56. dnia życia (g)	34,9 ^{Aa}	39,8 ^a	40,6 ^B
Przyrosty dzienne do 77. dnia życia (g)	29,8 ^a	32,3	33,2 ^b
Przyrosty dzienne do 90. dnia życia (g)	29,9	31,1	31,4
Wykorzystanie paszy (g/g)	3,6	3,5	3,4

MRZ – makuch rzepakowy.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

^{A, B} – średnie oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie.

Stwierdzono ponadto, że tuszki królików żywionych mieszanką z dodatkiem makuchu rzepakowego były mniej otłuszczone od tuszek zwierząt, które nie otrzymywały tego komponentu w dawce. Masa tłuszczu (podskórnego i narządowego) w grupie kontrolnej wynosiła 20 g, w grupie z dodatkiem 5% makuchu – 19,0 g, a w grupie z dodatkiem 10% makuchu – tylko 14 g. Różnica między grupą pierwszą i trzecią była statystycznie istotna ($P \leq 0,01$). Dodatkowo, z punktu widzenia diety człowieka, odnotowano korzystne zmiany w poziomie kluczowych kwasów tłuszczowych w mięsie królików żywionych z udziałem makuchu rzepakowego. Za korzystne dla konsumenta należy więc uznać zwiększenie w mięsie tych królików udziału kwasu linolenowego, sumy kwasów wielonienasyconych szeregu $n-3$, jak również zawężenie proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$. Najniższym poziomem cholesterolu w mięsie (62,9 mg/100 g) charakteryzowała się grupa otrzymująca 5% makuchu w diecie, najwyższym – 68,6 mg/100 g – grupa kontrolna, żywiona dietą standardową.

Oceniono również wpływ dodatku do paszy makuchu rzepakowego na wyniki rozrodu królic rasy kalifornijskiej (Wyczling i in., 2013). Badania te, jak i kolejne (Strychalski i in., 2014; Gugolek i in., 2015) wykonano w Katedrze Hodowli Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, we współpracy z Instytutem Zootechniki w Balicach. Paszę z 5% udziałem makuchu porównano z dwiema innymi paszami: z 5% udziałem poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz z 5% udziałem suszonego wywaru gorzelnianego

pszennego (ang. dried distillers grains with solubles – DDGS). Wyniki tych badań wykazały, że makuch rzepakowy może z powodzeniem zastąpić śrutę sojową w dawkach dla królic. Nie wykazano bowiem istotnych statystycznie różnic w wynikach rozrodu między porównywanymi grupami (tab. 16).

Tabela 16. Wyniki rozrodu samic królików żywionych z udziałem śruty sojowej, makuchu rzepakowego lub DDGS pszennego (według Wyczlinga i in., 2013)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa		
	5% S	5% MRZ	5% DDGS
Liczba królicząt urodzonych	7,10	6,33	6,45
Liczba królicząt odchowanych do 30. dnia	5,40	4,33	5,09
Upadki do 30. dnia	1,70	2,00	1,36
Wskaźnik odchovu (%)	76,06	68,40	78,91
Masa miotu przy urodzeniu (g)	383,00	332,92	314,09
Masa króliczęcia przy urodzeniu (g)	57,71	52,97	50,21
Masa miotu w 15. dniu (g)	1011,00	821,25	863,64
Masa króliczęcia w 15. dniu (g)	186,81	186,60	162,41
Masa miotu w 30. dniu (g)	2295,00	1763,75	1648,18
Masa króliczęcia w 30. dniu (g)	442,47 ^a	385,75	323,58 ^b

S – śruta sojowa poekstrakcyjna.

MRZ – makuch rzepakowy.

DDGS – suszony wywar gorzelniany pszenny.

^{a, b} – wartości oznaczone różną literą różnią się istotnie ($P \leq 0,05$).

Interesująco przedstawia się porównanie składu mleka samic. Najwyższą zawartością białka, wynoszącą 13,64%, cechowało się mleko samic żywionych mieszanką z dodatkiem makuchu, w mleku samic żywionych z udziałem śruty sojowej odnotowano 13,01% białka, a w mleku samic ostatniej grupy stwierdzono 12,96% białka. Najwyższy poziom białka – 13,21% – rejestrowano w mieszance paszowej zawierającej śrutę sojową, a najniższy – 11,63% – w mieszance z makuchem, więc powyższy wynik można uznać za zaskakujący. Poziom tłuszczu surowego w mleku samic żywionych z dodatkiem makuchu kształtował się na średnim poziomie i wynosił 14,59%. Dla porównania, zawartość tłuszczu w mleku samic żywionych z dodatkiem śruty sojowej wynosiła 14,82%, natomiast samic otrzymujących DDGS – 14,38%. Tak jak w odniesieniu do białka, również w przypadku tłuszczu wystąpiły rozbieżności między jego zawartością w mieszankach paszowych i w mleku żywionych nimi królic. Najwięcej tłuszczu (3,66%) było bowiem w paszy z makuchem, nieco mniej w paszy z DDGS (3,21%), zaś zdecydowanie najmniej – w paszy zawierającej śrutę sojową (2,76%).

W opisanym eksperymencie oznaczono również skład kwasów tłuszczowych w mieszankach paszowych i w mleku samic. Pasze z udziałem makuchu rzepako-

wego zawierały stosunkowo najwięcej nasyconych (ang. saturated fatty acids – SFA) oraz jednonienasyconych kwasów tłuszczowych (ang. monounsaturated fatty acids – MUFA), natomiast najmniej kwasów wielonienasyconych (ang. polyunsaturated fatty acids – PUFA). Profil kwasów tłuszczowych w mieszankach paszowych miał wpływ na ich skład w mleku i – podobnie jak w paszach – mleko królic żywionych z dodatkiem makuchu charakteryzowało się najwyższym udziałem kwasów SFA i MUFA, a najniższym – PUFA.

Przydatność makuchu rzepakowego była również badana w żywieniu rosnących królików rasy kalifornijskiej (Strychalski i in., 2014) oraz linii syntetycznej hyplus (Gugołek i in., 2015). W obu badaniach zastosowano ten sam układ doświadczenia. W grupie kontrolnej zwierzęta otrzymywały dietę z 5% udziałem poekstrakcyjnej śrutę sojowej, a w trzech grupach doświadczalnych śrutę sojową zastąpiono odpowiednio: makuchem rzepakowym (5%), DDGS pszenным (5%), oraz makuchem i DDGS w ilościach po 2,5%. U królików kalifornijskich nie odnotowano istotnych różnic międzygrupowych w końcowej masie ciała ani w wydajności rzeźnej. Zwierzęta z grupy kontrolnej, otrzymujące mieszankę ze śrutą sojową osiągnęły masę końcową 2371 g, a z grupy żywionej z 5% udziałem makuchu – prawie identyczną – 2362 g. Najlepsze wyniki strawności składników pokarmowych, z wyjątkiem frakcji włókna oraz najwyższą retencję azotu odnotowano w grupie kontrolnej, jednak drugą w kolejności, najlepiej trawioną, była mieszanka, w której śrutę sojową zastąpiono makuchem rzepakowym. Badania bilansowe wykazały też, że króliki otrzymujące w dawce pokarmowej makuch (5% udziału w dawce) pobierały statystycznie istotnie mniej od zwierząt z grupy kontrolnej azotu (2,35 g/dobę vs. 3,06 g/dobę), co korelowało z nieco mniejszym, a więc korzystniejszym dla hodowców, zużyciem paszy na g przyrostu w tej grupie (3,79 g/g) niż w grupie żywionej śrutą sojową (3,87 g/g). W mieszankach paszowych podawanych królikom kalifornijskim zbadano też poziom wybranych mikotoksyn. Poziomy aflatoksyn B₁, B₂, G₁ i G₂, fumonizyn B₁ i B₂ oraz trichotecenów T-2 i HT-2 były w paszy z 5% udziałem makuchu rzepakowego bardzo niskie (tab. 17), podobnie jak deoksyniwalenolu (DON) i zearalenonu (ZEN), które wynosiły odpowiednio 320 i 101 µg/kg paszy. Warto przypomnieć, iż Komisja Europejska rekomenduje, aby maksymalne poziomy aflatoksyny B₁, DON, ZEN i fumonizyn w paszach pełnoporcjowych dla królików nie przekraczały odpowiednio 20, 5000, 500 oraz 5000 µg/kg (Mézès, 2008).

U królików hyplus (Gugołek i in., 2015) zarówno końcowa masa ciała, jak i masa tuszki po schłodzeniu były istotnie wyższe w grupie kontrolnej niż w grupie żywionej z 5% udziałem makuchu. Trzeba jednak zaznaczyć, że wartości wymienionych parametrów, a także wielkości przyrostów dobowych były znacznie wyższe w tych dwóch grupach zwierząt niż w grupie żywionej z 5% dodatkiem DDGS pszenного (tab. 18). Tendencje dotyczące strawności składników pokarmowych u królików hyplus były podobne do odnotowanych w badaniach Strychalskiego i in. (2014), prowadzonych na królikach kalifornijskich. Najlepszą strawnością masy suchej i organicznej, białka ogólnego, tłuszczu surowego i energii, a także najwyższą retencją azotu cechowała się grupa zwierząt żywionych mieszanką z 5%

udziałem śruty sojowej, następnie z 5% udziałem makuchu rzepakowego, nieco gorszą – z dodatkiem po 2,5% makuchu i DDGS pszennego, najgorszą – przy żywieniu mieszanką z 5% udziałem DDGS (Gugołek i in., 2015).

Tabela 17. Zawartość mikotoksyn ($\mu\text{g}/\text{kg}$) w mieszankach paszowych pełnoporcjowych dla królików (według Strychalskiego i in., 2014)

Mikotoksyna	Mieszanka paszowa pełnoporcjowa			
	5% S	5% MRZ	5% DDGS	2,5% MRZ /2,5% DDGS
Aflatoksyna B ₁	<1	<1	<1	<1
Aflatoksyna B ₂	<1	<1	<1	<1
Aflatoksyna G ₁	<1	<1	<1	<1
Aflatoksyna G ₂	<1	<1	<1	<1
Fumonizyna B ₁	<100	<100	<100	<100
Fumonizyna B ₂	<100	<100	<100	<100
Trichotecen T-2	<25	<25	<25	<25
Trichotecen HT-2	<25	<25	<25	<25
Deoksyniwalenol (DON)	280	320	861	451
Zearalenon (ZEN)	85	101	299	163

S – śruta sojowa poekstrakcyjna.

MRZ – makuch rzepakowy.

DDGS – suszony wywar gorzelniany pszenny.

Tabela 18. Wyniki tuczu królików hyplus żywionych z udziałem śruty sojowej, makuchu rzepakowego lub DDGS pszennego (według Gugołka i in., 2015)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	5% S	5% MRZ	5% DDGS	2,5% MRZ /2,5% DDGS
Masa ciała w 35. dniu (g)	961,00	955,00	950,00	968,00
Masa ciała w 84. dniu (g)	3118,00 ^a	3025,00 ^{ab}	2758,00 ^c	2946,00 ^b
Dzienne przyrosty masy ciała (g)	47,07 ^a	45,30 ^a	41,65 ^b	45,28 ^a
Wykorzystanie paszy (g/g)	2,79	2,81	2,77	2,76
Wydajność rzeźna (%)	53,57	52,36	51,17	52,33
Masa tuszki zimnej (g)	1645,00 ^a	1585,00 ^{ab}	1411,00 ^c	1540,00 ^b
Część przednia (%)	32,13	31,86	31,36	31,44
Comber (%)	32,30	32,04	31,59	32,11
Część tylna (%)	35,57 ^b	36,11 ^b	37,06 ^a	36,44 ^a

S – śruta sojowa poekstrakcyjna.

MRZ – makuch rzepakowy.

DDGS – suszony wywar gorzelniany pszenny.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

W obu wymienionych pracach badano również odpowiedź fizjologiczną przewodów pokarmowych zwierząt na zadane dawki żywieniowe. U królików kalifornijskich (Strychalski i in., 2014) żywionych mieszanką paszową z 5% udziałem makuchu rzepakowego stwierdzono stosunkowo najwyższą zawartość treści jelita ślepego oraz najwyższy poziom jej uwodnienia. W jelicie ślepym u zwierząt tej grupy odnotowano też najniższą koncentrację krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (ang. short-chain fatty acids – SCFA). Zarejestrowano również ponad trzykrotnie wyższą niż w grupie żywionej z udziałem śruty sojowej aktywność enzymu bakteryjnego α -arabinopiranozydazy, co mogło wynikać z faktu, że w makuchu znajduje się więcej niż w śrucie sojowej polisacharydów o dużej masie cząsteczkowej – arabinianów, arabinogalaktanów i polisacharydów pektynowych (Zduńczyk i in., 2013). Ogólnie wymienione zmiany nie były korzystne, biorąc jednak pod uwagę całokształt uzyskanych w tej pracy wyników, autorzy doszli do konkluzji, iż diety z 5% udziałem makuchu rzepakowego lub też 2,5% udziałem makuchu rzepakowego i 2,5% DDGS pszennego mogą z powodzeniem zastąpić dietę z 5% poziomem śruty sojowej. Natomiast u królików linii hyplus żywionych dawką z 5% udziałem makuchu rzepakowego nie zaobserwowano zmian ze strony układu pokarmowego (Gugołek i in., 2015). Autorzy wysnuli więc wniosek, że inkorporacja do dawki żywieniowej makuchu rzepakowego w ilości 5% nie przyniesie negatywnych skutków dla zwierząt. Zarówno więc badania Strychalskiego i in. (2014), jak i Gugołka i in. (2015) wskazują, że makuch rzepakowy w dawce 5% może z powodzeniem zastąpić poekstrakcyjną śrutę sojową w żywieniu rosnących królików. Ogólnie można bowiem uznać, że podstawowe parametry strukturalne i funkcjonalne przewodów pokarmowych zwierząt były prawidłowe, choć obserwowano pewne różnice między grupami.

Wyżej opisane badania wskazują, że makuch rzepakowy jest pożądanym dodatkiem do diet królików, wpływającym pozytywnie na wskaźniki użytkowe i jakość mięsa.

6.3. Śruta rzepakowa poekstrakcyjna w żywieniu królików

Śruta rzepakowa poekstrakcyjna, obok makuchu, jest najczęściej stosowaną w żywieniu zwierząt paszą rzepakową. Powstaje ona jako produkt uboczny podczas ekstrakcji oleju spożywczego z nasion rzepaku i zawiera jeszcze od 2 do 4% oleju. Śrutę po ekstrakcji poddaje się toastowaniu, w wyniku czego usuwane są z niej resztki rozpuszczalnika. Proces toastowania wpływa również na częściową inaktywację glukozyzolanów.

Prawdopodobnie pierwsze eksperymenty naukowe nad zastosowaniem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu królików prowadzono we Francji. Lebas i in. (1977) porównywali efekty użycia u rosnących królików poekstrakcyjnej śruty pochodzącej z rzepaku odmiany Primor, a także z nasion uprzednio pozbawionych łuski, a dopiero potem poddanych ekstrakcji, jak również poekstrakcyjnej śruty słonecznikowej. Utworzono trzy grupy żywieniowe, z których pierwsza otrzymywała w dawce „standardową” poekstrakcyjną śrutę rzepakową w ilości 15,5%, druga –

poekstrakcyjną śrutę rzepakową, lecz z nasion wcześniej pozbawionych łuski, w ilości 13%, a trzecia – poekstrakcyjną śrutę słonecznikową, której udział wynosił 12%. Po 6-tygodniowym tuczu stwierdzono, że króliki wszystkich grup osiągnęły podobną końcową masę ciała, a także masę wątroby i gruczołów tarczycy. Nie odnotowano też statystycznie istotnych różnic w odniesieniu do średnich dziennych przyrostów masy ciała zwierząt, pobrania paszy czy współczynnika jej wykorzystania. Uzyskane wyniki doprowadziły autorów do konkluzji, że poekstrakcyjna śruta rzepakowa, „standardowa” lub wcześniej obłuskana może stanowić doskonały substytut dla poekstrakcyjnej śruty słonecznikowej.

Kolejnych wyników nad zastosowaniem śruty poekstrakcyjnej rzepakowej dostarczyły eksperymenty Throckmorta i in. (1980). Autorzy ci oceniali przydatność w żywieniu rosnących królików poekstrakcyjnej śruty wytworzonej z rzepaku odmiany Tower. Jest to odmiana charakteryzująca się niską, jak na tamte lata, zawartością glukozyolanów. Przeprowadzono dwa doświadczenia. W pierwszym z nich śrutę sojową w 50% zastąpiono śrutą rzepakową, natomiast w drugim – w 50, 75 oraz w 100%. Nie stwierdzono występowania różnic międzygrupowych w średnich dobowych przyrostach masy ciała. Również współczynniki wykorzystania paszy były do siebie zbliżone (tab. 19). Autorzy skonstatowali więc, że śruta rzepakowa z odmiany Tower może stanowić ekwiwalent dla śruty sojowej. Trzeba jednak zauważyć, że w cytowanych badaniach uczestniczyło relatywnie niewiele zwierząt, a ponadto założono rygorystyczny próg istotności statystycznej.

Tabela 19. Przyrosty dobowe i współczynnik wykorzystania paszy u królików żywionych z różnym udziałem śruty poekstrakcyjnej z rzepaku odmiany Tower (według Throckmorta i in., 1980)

Wyszczególnienie	Doświadczenie I		Doświadczenie II			
	0% ŚRZ	13,8% ŚRZ	0% ŚRZ	9,3% ŚRZ	14,0% ŚRZ	18,7% ŚRZ
Przyrosty dobowe (g)	41,0	40,1	38,2	39,0	37,4	35,3
Wykorzystanie paszy (g/g)	2,58	2,65	2,63	2,59	2,62	2,73

ŚRZ – śruta rzepakowa poekstrakcyjna.

Scapinello i in. (2001) badali wpływ żywienia królików poekstrakcyjną śrutą z rzepaku typu „canola” na masę ciała, przyrosty masy ciała, pobranie paszy i jej wykorzystanie. Śrutę sojową zastąpiono w 33, 66 i w 100% śrutą rzepakową. W poszczególnych grupach żywieniowych udział śruty rzepakowej wynosił: 0%, 5,39%, 10,67% oraz 15,99%. Badania przeprowadzono na samicach rasy nowozelandzkiej białej, od momentu odsadzenia w wieku 43 dni aż do osiągnięcia przez nie dojrzałości reprodukcyjnej, czyli do wieku 150 dni życia. Od 43. do 90. dnia życia najlepiej wykorzystywały paszę zwierzęta grupy pierwszej – 3,29 g pobrania paszy na g przyrostu masy ciała, natomiast najgorzej króliki grupy trze-

ciej – 3,66 g/g. W 120. dniu życia najwyższą masą ciała, wynoszącą 3478 g, charakteryzowały się zwierzęta pierwszej grupy, najniższą, wynoszącą 3233 g – samice drugiej grupy, żywionej paszą z 5,39% udziałem śruty rzepakowej. Najwięcej różnic odnotowano jednak w 150. dniu życia samic (tab. 20). Wyniki cytowanych badań prowadzą do wniosku, że częściowa lub całkowita substytucja śruty sojowej śrutą rzepakową w diecie samic pogarsza wyniki ich tuczu.

Tabela 20. Wyniki tuczu samic żywionych z różnym udziałem śruty rzepakowej typu „canola” (według Scapinello i in., 2001)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	0% ŚRZ	5,39% ŚRZ	10,67% ŚRZ	15,99% ŚRZ
Masa ciała w 150. dniu (g)	3937 ^a	3655 ^b	3766 ^b	3781
Przyrosty masy ciała od 43. do 150. dnia (g)	26,72 ^a	24,08 ^b	25,12 ^b	25,26
Wykorzystanie paszy od 43. do 150. dnia (g/g)	5,40 ^b	5,84 ^a	5,72 ^a	5,83 ^a

ŚRZ – śruta rzepakowa.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Gasmi-Boubaker i in. (2007) badali możliwość zastąpienia poekstrakcyjnej śruty sojowej poekstrakcyjną śrutą rzepakową w żywieniu rosnących królików. Założono cztery grupy żywieniowe zwierząt, w których udziały śruty rzepakowej w mieszankach wynosiły 0%, 7%, 14% i 21%, natomiast odpowiednio spadały poziomy śruty sojowej. W grupie żywionej paszą z 21% poziomem śruty rzepakowej odnotowano gorszą niż w pozostałych grupach strawność suchej masy i substancji organicznej. Nie stwierdzono natomiast różnic międzygrupowych w poziomie strawności białka. Początkowa masa ciała królików biorących udział w eksperymencie wzrostowym była podobna, jednak końcowa masa była wyższa w grupach z 0% i 7% niż z 14% i 21% udziałem śruty rzepakowej (tab. 21). Identyczną tendencję rejestrowano w odniesieniu do przyrostów dobowych zwierząt. Współczynnik wykorzystania paszy nie różnił się między grupami i zawierał się w granicach od 4,6 g paszy na g przyrostu masy ciała w grupie żywionej bez udziału śruty rzepakowej, do 4,8 g/g w grupie żywionej paszą z 21% jej udziałem. Autorzy nie odnotowali też różnic międzygrupowych w poziomie upadków królików.

Możliwość wykorzystania poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu królików badali także Kowalska i Bielański (2011a). Mieszkę kontrolną zawierającą w składzie śrutę poekstrakcyjną sojową w ilości 10% zastąpiono paszą z udziałem 5% tej śruty oraz 5% poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Między tymi dwiema grupami odnotowano statystycznie istotną różnicę ($P \leq 0,01$) w masie tłuszczu w tuszce. U królików grupy kontrolnej wynosiła ona 66,5 g, podczas gdy u zwierząt grupy doświadczalnej – 41,0 g. Zaobserwowano również istotne staty-

stycznie korzystne dla konsumenta zwiększenie udziału wielonienasyconych kwasów tłuszczowych szeregu *n-3* w mięsie królików żywionych z 5% dodatkiem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. Kolejną pozytywną zmianą było istotne statystycznie ($P \leq 0,01$) zawężenie proporcji kwasów tłuszczowych wielonienasyconych szeregu *n-6/n-3* z 10,28 w grupie kontrolnej do 7,58 w grupie doświadczalnej. W zakresie masy ciała i wydajności rzeźnej zwierząt nie rejestrowano różnic między grupami.

Tabela 21. Wyniki tuczu rosnących królików żywionych z różnym udziałem śruty rzepakowej (według Gasmi-Boubaker i in., 2007)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	0% ŚRZ	7% ŚRZ	14% ŚRZ	21% ŚRZ
Masa ciała w 28. dniu (g)	1253	1264	1256	1198
Masa ciała w 91. dniu (g)	2592 ^a	2590 ^a	2566 ^{ab}	2471 ^b
Przyrosty dobowe (g/d)	28,5 ^a	28,2 ^a	27,8 ^{ab}	27,1 ^b
Wykorzystanie paszy (g/g)	4,6	4,7	4,7	4,8
Śmiertelność (%)	3	4	3	3

ŚRZ – śruta rzepakowa.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Również Matusевичius i in. (2014) badali możliwość zastosowania poekstrakcyjnej śruty rzepakowej, odmiany 00, w żywieniu rosnących królików. Autorzy użyli tego komponentu w ilościach 0%, 5% i 10% dawek, przy czym stanowił on substytut poekstrakcyjnej śruty słonecznikowej, której było odpowiednio 16,5%, 11,5% oraz 6,5% w zadawanych mieszankach paszowych. Badając wpływ żywienia z dodatkiem śruty rzepakowej na funkcjonowanie przewodu pokarmowego królików stwierdzono, że u zwierząt otrzymujących ją na poziomie 10% w diecie istotnie zmniejszyło się pH treści jelita krętego. Ponadto, w grupach żywionych z udziałem śruty rzepakowej odnotowano korzystne zmiany dotyczące treści jelita ślepego zwierząt, tj. wyższą zawartość suchej masy połączoną z niższym pH, jak również z niższą koncentracją amoniaku niż u zwierząt otrzymujących 16,5% poekstrakcyjnej śruty słonecznikowej w dawce. Stwierdzono również występowanie istotnych statystycznie różnic w pH treści okrężnicy pomiędzy wszystkimi trzema grupami zwierząt: najwyższe pH – 7,24 notowano u zwierząt z grupy żywionej bez udziału śruty rzepakowej, niższe – 7,04 u królików grupy żywionej z 5% dodatkiem śruty, natomiast najniższe – 6,77 u zwierząt utrzymywanych na diecie z 10% udziałem tego komponentu. W obu grupach żywionych z dodatkiem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej rejestrowano także pozytywne zmiany dotyczące zawartości suchej masy w treści okrężnicy oraz pH treści. Podobnie jak w jelicie ślepym za-

wartość suchej masy była istotnie wyższa, a pH w tych grupach było istotnie niższe niż w grupie kontrolnej królików, żywionych bez dodatku śruty rzepakowej.

Matusevicius i in. (2014) w prowadzonym doświadczeniu badali również aktywność enzymów bakteryjnych w kątnicy i w okrężnicy królików żywionych paszami z dodatkiem śruty rzepakowej. Warto odnotowania jest to, że w okrężnicy aktywność β -glukoronidazy malała wraz ze zwiększającym się udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w dawce. W grupie pierwszej aktywność tego enzymu wynosiła 26,4, w grupie drugiej 16,0, a w grupie trzeciej – 15,0 $\mu\text{mol}/\text{godz.}/\text{g}$ treści, przy czym różnica między pierwszą a pozostałymi dwiema grupami była statystycznie istotna. Według Jankowskiego i in. (2009) obniżona aktywność β -glukoronidazy minimalizuje ryzyko wytwarzania przez mikroflorę bakteryjną substancji toksycznych dla zwierząt. Innym korzystnym fizjologicznie efektem żywienia królików mieszankami z udziałem śruty rzepakowej, w porównaniu z żywieniem śrutą słonecznikową była odnotowana zwiększona zawartość krótkołańcuchowych kwasów tłuszczowych (ang. short-chain fatty acids SCFA) w treści jelita ślepego królików otrzymujących 0, 5 i 10% śruty rzepakowej w dawce. W grupie pierwszej koncentracja SCFA kształtowała się na poziomie 29,0 μmol , w grupie drugiej – 35,2 μmol , natomiast w trzeciej – 39,3 μmol .

Nie stwierdzono różnic międzygrupowych istotnych statystycznie w wynikach tuczu królików (tab. 22), chociaż należy zaznaczyć, że do badań wykorzystano stosunkowo niewielką liczbę zwierząt ($n=8$). Zaobserwowano jednak tendencję osiągania korzystniejszych wartości końcowej masy ciała, przyrostów dobowych i współczynnika wykorzystania paszy przez króliki grupy żywionej z 10% udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej.

Tabela 22. Efekty tuczu i wydajność rzeźna u królików żywionych z różnym udziałem poekstrakcyjnej śruty rzepakowej (według Matuseviciusa i in., 2014)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa		
	0% ŚRZ	5% ŚRZ	10% ŚRZ
Masa ciała w 40. dniu (kg)	1,03	1,01	1,03
Masa ciała w 76. dniu (kg)	2,21	2,18	2,25
Wykorzystanie paszy (kg/kg)	3,32	3,31	3,25

Brak statystycznie istotnych różnic.

ŚRZ – poekstrakcyjna śruta rzepakowa.

Ogólnie można stwierdzić, że zastąpienie śruty słonecznikowej śrutą rzepakową, zwłaszcza w ilości 10%, wywarło korzystny wpływ na funkcjonowanie przewodu pokarmowego zwierząt. Substytucja poekstrakcyjnej śruty słonecznikowej śrutą rzepakową zredukowała negatywny wpływ tego pierwszego komponentu na proces fermentacji zachodzący w jelitach królików. Znalazło to odzwierciedlenie w wynikach produkcyjnych tuczonych zwierząt.

Kompleksowych wyników nad zastosowaniem śruty rzepakowej typu „canola” w żywieniu królików dostarczyły badania El-Medany i El-Reffaei (2015). Sporządzili oni diety z 0%, 5% oraz 10% udziałem śruty rzepakowej, a zawartość nasion soi zmniejszyli odpowiednio w grupach z 16% do 10% i 5%. Substytucja nasion soi śrutą rzepakową nie różnicowała statystycznie końcowej masy ciała ani przyrostów królików, nie wpłynęła też na ich cechy rzeźne. Końcowa masa ciała zwierząt grupy kontrolnej wyniosła 2020 g, a grupy z 10% udziałem śruty rzepakowej 2090 g, natomiast dobowe przyrosty masy ciała królików zawierały się w przedziale od 27,42 g w grupie kontrolnej do 28,78 g w grupie żywionej dietą z najwyższą zawartością śruty rzepakowej. Króliki pierwszej grupy charakteryzowała wydajność rzeźna rzędu 61,9%, grupy drugiej – 62,2%, natomiast trzeciej – 63,1%.

W tabeli 23 przedstawiono wpływ dodatku różnych udziałów śruty rzepakowej w diecie zwierząt na wybrane parametry osocza ich krwi. Poziomy triglicerydów, cholesterolu oraz frakcji HDL-C, LDL-C i VLDL w osoczu zmniejszały się odwrotnie proporcjonalnie do zwiększającej się zawartości śruty rzepakowej w mieszankach paszowych królików. W odniesieniu do grupy kontrolnej w grupie drugiej odnotowano spadek poziomu cholesterolu o 10,5%, a w grupie żywionej z 10% udziałem śruty – o 19,8%. Efekt ten przypisuje się korzystniejszemu w śrucie rzepakowej (w porównaniu do nasion soi) składowi kwasów tłuszczowych, a także obecnością alkoholi triterpenowych, fitosteroli, tokotrienoli i α -tokoferolu (Vissers i in., 2000).

Tabela 23. Wybrane parametry osocza krwi w grupach zwierząt żywionych z 0, 5 i 10% udziałem śruty rzepakowej (według El-Medany i El-Reffaei, 2015)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa		
	0% ŚRZ	5% ŚRZ	10% ŚRZ
Triglicerydy (mg/dL)	96,0 ^a	91,4 ^c	87,5 ^b
Cholesterol (mg/dL)	86,0 ^a	77,0 ^c	69,0 ^b
HDL-C (mg/dL)	36,0 ^c	34,6 ^a	31,0 ^b
LDL-C (mg/dL)	45,8 ^a	38,2 ^c	32,5 ^b
VLDL (mg/dL)	4,2	4,3	4,2

ŚRZ – śruta rzepakowa.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Należy zauważyć, że niezależnie od prowadzonych eksperymentów dotyczących oceny przydatności poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu królików, bywa ona obecnie wykorzystywana jako komponent standardowych dawek dla tego gatunku zwierząt. Dla przykładu, Mišta i in. (2012) w swoim eksperymencie stosowali diety z 5% udziałem śruty rzepakowej, a Chrenková i in. (2012) – z udziałem aż 20% we wszystkich grupach żywieniowych.

6.4. Łuska rzepakowa w żywieniu królików

Już Lebas i Colin (1977) opisali możliwość łuszczenia nasion rzepaku w celu żywienia królików. Jednak obiektem ich zainteresowania była pozyskana z obłuszczonych nasion rzepaku śruta, a nie łuska. Nieco później Lebas i in. (1981) prowadzili badania nad zastosowaniem łusek z nasion rzepaku w żywieniu królików rasy kalifornijskiej oraz linii hybrydowej hyla. Łuska rzepakowa zastosowana w tym eksperymencie zawierała w składzie chemicznym: 87,3% suchej masy, 14,9% białka, 28,3% włókna, 15,8% tłuszczu. Wartość energetyczna brutto wynosiła 4300 kcal/kg. Zwierzęta otrzymywały pasze z udziałem 0, 15, 30 i 40% tego komponentu, który zastępował susz z lucerny występujący odpowiednio w dawkach w ilości 46, 30, 14 oraz 4%. Poziomy energii brutto w mieszankach były następujące: 4200, 4370, 4540 i 4590 kcal/kg suchej masy. Wyniki badań wykazały, że strawność energii wzrastała wraz ze zwiększającą się ilością łuski rzepakowej w diecie – od 2820 kcal/kg w grupie bez dodatku łusek aż do 3150 kcal/kg suchej masy w grupie zawierającej 40% tego komponentu. Odmienną tendencję obserwowano natomiast w odniesieniu do strawności białka: w pierwszej i drugiej grupie współczynnik strawności wyniósł po 70,4%, w trzeciej – 69,8%, a w czwartej – 66,4%. Co istotne, zwiększające się poziomy łuski rzepaku w dawkach korelowały z korzystniejszymi wartościami końcowej masy ciała królików, dziennych przyrostów, pobrania paszy, współczynnika wykorzystania paszy, a także wydajności rzeźnej, zarówno u królików kalifornijskich (tab. 24), jak i hybrydowych (tab. 25).

Tabela 24. Efekty tuczu i wydajność rzeźna u królików kalifornijskich żywionych z różnym udziałem łuski rzepaku (według Lebasa i in., 1981)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	0%ŁRZ	15%ŁRZ	30%ŁRZ	40%ŁRZ
Początkowa masa ciała (g)	838	818	827	826
Końcowa masa ciała (g)	2175 ^a	2441 ^b	2519 ^b	2413 ^b
Przyrosty masy ciała (g/d)	33,5 ^a	41,7 ^b	42,3 ^b	39,7 ^b
Pobranie paszy (g/d)	110,3 ^a	121,9 ^b	116,9 ^{ab}	107,5 ^a
Wykorzystanie paszy (g/g)	3,30 ^a	2,93 ^b	2,77 ^b	2,72 ^b
Wydajność rzeźna (%)	60,5 ^a	62,0 ^{ab}	63,5 ^b	62,5 ^b

ŁRZ – łuska rzepakowa.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Tabela 25. Efekty tuczu i wydajność rzeźna u królików linii syntetycznej hyla, żywionych z różnym udziałem łuski rzepakowej (według Lebasa i in., 1981)

Wyszczególnienie	Grupa żywieniowa			
	0%ŁRZ	15%ŁRZ	30%ŁRZ	40%ŁRZ
Początkowa masa ciała (g)	642	643	639	640
Końcowa masa ciała (g)	2299	2328	2375	2363
Przyrosty masy ciała (g/d)	46,8	47,6	49,0	48,6
Pobranie paszy (g/d)	142,9 ^a	138,8 ^a	129,9 ^b	125,2 ^b
Wykorzystanie paszy (g/g)	3,06 ^a	2,92 ^b	2,66 ^c	2,58 ^c
Wydajność rzeźna (%)	64,1	64,4	64,7	64,6

ŁRZ – łuska rzepakowa.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Jak wynika z przedstawionych wyników badań, łuski nasion rzepakowej mogą być stosowane w znacznej ilości w żywieniu rosnących królików. Ze względu na wysokie zapotrzebowanie na włókno oraz na dobre reagowanie na zwiększoną ilość energii w paszach, króliki są szczególnie predysponowane, aby w ich żywieniu skarmiać tego rodzaju komponenty paszowe.

6.5. Olej rzepakowy w żywieniu królików

Nie mniej badań niż nad możliwością zastosowania w żywieniu królików poekstrakcyjnej śrutki rzepakowej i makuchu rzepakowego wykonano nad dodatkiem oleju rzepakowego do ich diet. Olej rzepakowy bowiem jako relatywnie tani produkt bardzo dobrze nadaje się do podnoszenia wartości energetycznej mieszanek.

Wpływ oleju rzepakowego na stan zdrowotny drobnych zwierząt badał już w latach 50. XX wieku Carroll (1957). W wyniku tych badań stwierdzono, że żywienie z dodatkiem oleju rzepakowego ma negatywny wpływ na organizmy szczurów i myszy, natomiast nie wpływa na króliki, świnki morskie, drób i psy. Autor wiąże to z różnicami w trawieniu oleju rzepakowego u różnych gatunków zwierząt, aczkolwiek może to również wynikać z odmiennego poziomu substancji antyżywniowych w różnych partiach oleju.

Kolejnymi badaniami, w których wykorzystano olej rzepakowy jako czynnik doświadczalny, był eksperyment wykonany przez Wigandę (1960). Badał on powstawanie hipercholesteronemii i arteriosklerozy u królików żywionych dawkami z dodatkiem różnych tłuszczów, w tym również oleju rzepakowego. Wykazał on, że olej rzepakowy jest dobrze tolerowany przez króliki i nie powoduje negatywnych zmian w ich organizmie.

Abdellatif i Vles (1971) żywili młode króliki dietami zawierającymi 40% energii z oleju słonecznikowego lub rzepakowego zawierającego 45% kwasu erukowego. Stwierdzono, że dieta z olejem rzepakowym spowodowała zmiany w wąż-

trobie, natomiast nie stwierdzono zmian patologicznych w nerkach. Ponadto poziom lipidów i cholesterolu u tej grupy królików był znacznie wyższy niż u żywionych dietami z olejem słonecznikowym.

Obecnie badania nad wykorzystaniem oleju rzepakowego w żywieniu królików ukierunkowane są na dwa zasadnicze problemy. Pierwszy z nich dotyczy oceny wpływu oleju na szeroko pojętą jakość mięsa, a przede wszystkim na modyfikację profilu kwasów tłuszczowych w tkance mięśniowej i tłuszczowej (Barbosa i in., 2004; Kowalska i Bielański, 2004; Jeroch i in., 2006; Kowalska, 2006; Kowalska i Piórkowska, 2006; Kowalska i Bielański, 2006; Kowalska i Bielański, 2007; Kowalska i in., 2007; Marounek i in., 2007; Gigand i Combes, 2008; Kowalska, 2008; Chrastinova i in., 2009; Kobylarz, 2013; Kowalska, 2015). Drugi skupia się na ocenie stanu zdrowotnego zwierząt żywionych paszą z dodatkiem tego oleju (Carroll, 1957; Abdellatif i Vles, 1971; Zalejska-Fiolka i in., 2004; Zalejska-Fiolka i in., 2007a, b; Fricke i in., 2007; Schroder i in., 2009; Zalejska-Fiolka i in., 2012; Zalejska-Fiolka i in., 2015).

Ogólnie przyjmuje się, że olej rzepakowy podnosi smakowitość paszy, dostarcza egzogennych kwasów tłuszczowych, np. linolowego i linolenowego, zwiększa dostępność energii z paszy, a także poprawia jakość mieszanek granulowanych. Efekty jego stosowania uwidaczniają się w praktyce w obniżeniu spożycia paszy oraz poprawie jakości tuszek, poprzez modyfikację profilu kwasów tłuszczowych (Christ, 1999; Kowalska i Piórkowska, 2006; Jeroch i in., 2013). Ten aspekt stosowania oleju rzepakowego w żywieniu królików zostanie opisany poniżej.

Dodawany do paszy tłuszcz, w tym także olej rzepakowy, może w znacznym stopniu modyfikować zawartość kwasów tłuszczowych w tkankach żywionych nim zwierząt. Na proces transformacji kwasów tłuszczowych, pochodzących z paszy, w kwasy tłuszczowe zawarte w tkankach może jednak wpływać wiele czynników, między innymi pozycja kwasu tłuszczowego, jaką zajmuje w glicerydzie oraz zawartość kwasów tłuszczowych w tłuszczu diety, a zwłaszcza tych wykazujących w stosunku do siebie konkurencyjny charakter – PUFA:MUFA, PUFA_{n-6}:PUFA_{n-3}, kwas arachidonowy:kwas eikozapentaenowy (Christensen i Hoy, 1997). W wielu pracach badawczych podjęto zagadnienia dotyczące doboru odpowiedniego dodatku olejów roślinnych i zwierzęcych w mieszankach paszowych dla królików, tak aby modyfikacja diety nie wpłynęła negatywnie na dobrostan zwierząt, nie pogarszała cech sensorycznych i przydatności technologicznej mięsa. Zbyt wysoki poziom dodatku może przyczynić się do niekorzystnych zmian smaku i zapachu mięsa oraz konsystencji tłuszczu, a także negatywnie wpływać na ich trwałość (Lin i in., 1993; Barbosa i in., 2004; Gigaud i Combes, 2008).

Według obecnego stanu wiedzy dostarczanie konsumentom mięsa bogatego w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe (NNKT) ma duże znaczenie dietetyczne. Stanowią one bowiem substancję wyjściową do syntezy hormonów tkankowych, tzw. eikozanoidów (prostaglandyn, tromboksanów, leukotrienów) o właściwościach przeciwmiażdżycowych i przeciwnowotworowych oraz wykazują działanie zapobiegające otyłości. Są również niezbędnym składnikiem fosfolipidów tkanki nerwowej (Jelińska, 2005).

Jako jedni z pierwszych, amerykańscy naukowcy Lin i in. (1993) postawili pytanie, czy żywienie królików z udziałem różnych tłuszczów wpływa na profil kwasów tłuszczowych w ich tkankach. Autorzy ci podawali zwierzętom olej lnia-ny, olej rzepakowy, masło kakaowe, olej palmowy oraz olej słonecznikowy. Opiswane badania wykazały, że profil kwasów tłuszczowych był zależny od dodatku różnych rodzajów tłuszczu. Zauważono wyraźną zależność między profilem kwasów tłuszczowych dodawanego tłuszczu i profilem kwasów tłuszczowych tkanek królików.

Barbosa i in. (2004) dodawali do dawek pokarmowych królików alternatywnie po 3% oleju z rzepaku typu „canola” o niskiej zawartości kwasów erukowych, oleju kukurydzianego i oleju sojowego. Badania wykazały, że dodatek tłuszczu niezależnie od pochodzenia spowodował obniżenie poziomu nasyconych kwasów tłuszczowych i wzrost poziomu nienasyconych kwasów tłuszczowych w mięsie królików. Mięso królików otrzymujących w dawkach olej rzepakowy charakteryzowało się podwyższonym poziomem jednonienasyconych kwasów tłuszczowych oraz zwiększonym kwasów szeregu $n-3$ i $n-6$. Obniżył się również stosunek kwasów szeregu $n-6/n-3$.

Kowalska i Bielański (2004) badali wpływ 3% dodatku oleju rzepakowego na profil kwasów tłuszczowych w mleku samic oraz masę ciała królików przy urodzeniu i w dniu odsadzenia (35. dzień). Dodatek tłuszczu spowodował zmniejszenie poziomu kwasów tłuszczowych nasyconych oraz wzrost poziomu nienasyconych, co miało pozytywny wpływ na młode króliki. Nie stwierdzono wpływu dodatku oleju rzepakowego na liczebność miotów. Wykazano natomiast w stosunku do grupy kontrolnej wzrost masy ciała w dniu odsadzenia, wynikający prawdopodobnie z większej produkcji mleka przez samice oraz jego korzystniejszego składu chemicznego.

Skrivanova i in. (2006) stosowali dla królików rasy syntetycznej hyla dawki pokarmowe wzbogacone olejem rzepakowym (69,1 g/kg). Zwierzęta utrzymywane były w okresie tuczu w pomieszczeniu o temperaturze 25⁰C, która jest niekorzystna dla tej grupy zwierząt. W grupie otrzymującej olej rzepakowy uzyskano wyższe przyrosty masy ciała królicząt, a procent upadków podczas odchowu wynosił tylko 7,1%, podczas gdy w grupie kontrolnej przekroczył 21%.

Jeroch i in. (2006) badali wpływ 9% dodatku oleju rzepakowego do dawki królików hybrydowych – zika na zawartość tłuszczu w tuszce oraz profil kwasów tłuszczowych w tłuszczu znajdującym się w mięśniach ud i combra. W wyniku badań stwierdzono, że dodatek oleju rzepakowego spowodował wzrost zawartości tłuszczu okołonerkowego oraz śródmięśniowego w udach i combrze. Odnotowano zmniejszenie poziomu kwasów tłuszczowych: mirystynowego, palmitynowego i stearynowego, a wzrost poziomu kwasów oleinowego i linolenowego. Natomiast poziom kwasu linolowego nie uległ zróżnicowaniu.

Oceniano nie tylko wpływ oleju rzepakowego na parametry produkcyjne rosnących królików, ale także i wskaźniki rozplodowe u samic. Kowalska (2006) oraz Kowalska i Piórkowska (2006) w swoich publikacjach przedstawiły ocenę wpływu dodatku związków mineralnych, witamin oraz oleju rzepakowego do da-

wek pokarmowych samic królików na profil kwasów tłuszczowych ich mleka oraz wskaźniki rozrodu. Analiza profilu kwasów tłuszczowych w tłuszczu mleka królic żywionych dietą z dodatkiem oleju rzepakowego wykazała o 50% niższy poziom nasyconych kwasów tłuszczowych, takich jak: kaprylowy, kaprynowy i laurynowy. Ponadto wykazano, że dodatek do diety samic oleju rzepakowego witamin, mikro- i makroelementów powoduje wzrost masy ciała urodzonych królicząt oraz lepszą mleczność, co wpłynęło na wyższą masę ciała przy odsadzeniu. Autorki w grupie doświadczalnej odnotowały statystycznie niższe pobranie paszy.

Kowalska i Bielański (2007), badając wpływ 3% dodatku oleju rzepakowego do mieszanki granulowanej dla królików, stwierdzili, że miał on dodatnie oddziaływanie na skład frakcji lipidowej mięsa. Nastąpił spadek zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, natomiast statystycznie istotnie wzrosła ilość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych szeregu $n-6$ i $n-3$. Wysoko istotnie zmniejszyła się ilość kwasów nasyconych C12-C16, działających stymulująco na poziom cholesterolu we krwi. Obserwowano również tendencję do zawężenia proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$. Zastosowany czynnik żywieniowy nie miał wpływu na wskaźnik sensorycznej jakości całkowitej mięsa. W tym samym roku również Kowalska i in. (2007) opisali w swojej pracy konferencyjnej zagadnienia związane z wpływem dodatku oleju rzepakowego oraz naturalnego przeciwutleniacza (witamina E) do dawek pokarmowych królików na jakość ich mięsa.

Marounek i in. (2007) w swoich badaniach wykazali możliwość modyfikowania żywieniowego jakości mięsa i tkanki tłuszczowej w tuszkach królików hyplus poprzez dodatek syntetycznego kwasu rumenowego (ang. conjugated linoleic acids CLA), którego nośnikiem był olej rzepakowy w ilości 1,5% dawki. Stwierdzili oni, że dodatek do diety syntetycznego CLA jest sposobem na wzbogacenie w ten związek mięsa króliczego, co prowadzi do powstawania prozdrowotnych dla człowieka produktów, a więc żywności funkcjonalnej.

Gigaud i Combes (2008) badali wpływ dodatku oleju palmowego oraz rzepakowego na zawężenie proporcji kwasów szeregu $n-6/n-3$. Badacze ci dzięki swoim działaniom uzyskali mięso królicze o optymalnym dla konsumenta stosunku kwasów szeregu $n-6/n-3$, równym 4,8.

Kowalska (2008), w jednym ze swoich eksperymentów, analizowała wpływ dodatku mieszanki oleju rzepakowego (2%) i rybnego (1%) oraz naturalnego antyutleniacza w postaci witaminy E do dawek pokarmowych dla królików rasy nowozelandzkiej białej, na profil kwasów tłuszczowych w ich tkance mięśniowej. Stwierdziła ona, że dodatek zastosowanej mieszaniny olejów wpływa korzystnie na skład kwasów tłuszczowych w mięśniach. Nastąpiło korzystne obniżenie poziomu kwasów tłuszczowych nasyconych i wzrost wielonienasyconych, w tym kwasów szeregu $n-3$, w szczególności EPA i DHA. Natomiast dodatek witaminy E spowodował statystycznie istotny wzrost EPA i $n-3$ PUFA, a także obniżenie podatności lipidów w mięśniach na procesy oksydacyjne podczas przechowywania. Dodatek do mieszanki paszowej mieszaniny oleju rzepakowego i rybnego nie miał wpływu na wyniki oceny sensorycznej mięsa.

Chrastinova i in. (2009) żywili króliki hybrydowe hycole dietami zawierającymi obok innych czynników doświadczalnych także dodatek 1,7% oleju rzepakowego. Wykazano, że parametry rzeźne i jakość mięsa nie różniły się między grupami, a wszystkie zwierzęta podczas tuczu charakteryzowały się dobrym zdrowiem i kondycją.

Obszerną publikację dotyczącą zastosowania różnych pasz rzepakowych w żywieniu królików, w aspekcie oceny jakości ich mięsa, przedstawili Kowalska i Bielański (2011). Autorzy ci, obok makuchu i śruty poekstrakcyjnej rzepakowej, dodawali do dawek pokarmowych królików nowozelandzkich biały olej rzepakowy w ilości 3%. Na podstawie przeprowadzonych badań wykazano, że dodatek wszystkich wymienionych pasz rzepakowych nie miał negatywnego wpływu na pozyskiwane od królików mięso. Ponadto 3% dodatek oleju rzepakowego spowodował obniżenie poziomu cholesterolu w badanych próbkach mięsa pochodzących z udźca zwierząt.

Problematykę wykorzystania oleju rzepakowego w żywieniu królików poruszyli również, chociaż bardzo pobieżnie w swojej monografii „Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt” Jeroch i in. (2013). Autorzy ci stwierdzili, że olej rzepakowy jest dobrze tolerowany przez króliki, a jego zastosowanie w mieszankach paszowych dla tych zwierząt daje liczne korzyści.

Kobylarz (2013) prowadził badania mające na celu określenie wpływu dodatku oleju rzepakowego (2%) lub rybnego (2%) oraz zróżnicowanego dodatku octanu α -tokoferylu (0, 40, 100 mg/kg paszy) na skład kwasów tłuszczowych, zawartość witaminy E i substancji reagujących z kwasem tiobarbiturowym (TBA-RS) w mięśni najdłuższym grzbiecie świeżym, przechowywanym krótko (14 dni) i długo (90 dni) w zamrożeniu oraz porównanie sensorycznej jakości mięsa króliczego w zależności od metody pakowania i przechowywania. Stwierdził on, że odczyn pH₄₅ i pH_{24h} zaliczany do cech fizycznych mięsa dla wszystkich badanych grup mieścił się w granicach przyjętych za pożądane dla mięsa będącego dobrym surowcem do dalszego przetwórstwa i przechowywania. Wykazał, że najniższe wartości cholesterolu (52,3 i 52,7 mg/100 g) występowały u królików otrzymujących w paszy 2% oleju rybnego lub rzepakowego i 100 mg witaminy E. Wprowadzenie do mieszanki paszowej 2% dodatku oleju rzepakowego lub rybnego zmieniło statystycznie istotnie zawartość niektórych kwasów tłuszczowych w lipidach mięsa. Korzystne zmiany dotyczyły wzrostu kwasu EPA, DHA i zmniejszenia stosunku kwasów szeregu *n-6/n-3*. Analizując wpływ udziału PUFA w mięsie królików na podatność lipidów mięsa na utlenianie, w przypadku wprowadzenia 2% dodatku oleju rybnego lub rzepakowego i 100 mg witaminy E, autor stwierdził po 90 dniach przechowywania wysoko istotny spadek wartości TBA-RS. Świadczy to o wolniejszym tempie utleniania się lipidów mięsa. Uogólniając, opisane badania wykazały, że wprowadzenie do paszy dla królików 2% oleju rzepakowego lub rybnego miało korzystny wpływ na pozyskiwane od królików mięso, jednak szczególnie w przypadku dodatku oleju rybnego, bogatego w wyższe nienasycone kwasy tłuszczowe, konieczny jest dodatek witaminy E jako naturalnego przeciwutleniacza, w ilości 100 mg/kg mieszanki paszowej.

Podobne badania prowadziła Kowalska (2015), określając wpływ 2% dodatku oleju rzepakowego lub rybnego do dawek pokarmowych na zawartość poszczególnych kwasów tłuszczowych w tłuszczu combra i stopień otłuszczenia tuszek króliczych. Na podstawie przeprowadzonych badań stwierdziła ona, że zastosowanie olejów: rzepakowego i rybnego w żywieniu królików wpłynęło korzystnie na końcową masę ciała zwierząt. Tuszki królików żywionych mieszankami natłuszczanymi olejem rzepakowym charakteryzowały się najmniejszym udziałem tłuszczu łopatkowego oraz okołonerkowego i żołądkowego, a stwierdzone różnice okazały się statystycznie istotne ($P \leq 0,01$) w stosunku do grupy kontrolnej i żywionej mieszanką natłuszczaną olejem rybnym. Ukierunkowana suplementacja dawki pokarmowej poprzez dodatek oleju rzepakowego i rybnego nie miała wpływu na poziom białka i tłuszczu śródmięśniowego w mięśni najdłuższym grzbiecie. Zastosowanie oleju rzepakowego w żywieniu królików obniżyło w ich tkankach tłuszczowych udział kwasu laurynowego, mirystynowego i palmitynowego oraz wpłynęło na poprawę wartości indeksu aterogennego (wskaźnik miażdżycowy) i nasylenia tłuszczu. Istotną poprawę wartości indeksu trombogennego uzyskano po zastosowaniu w mieszankach paszowych dla królików oleju rybnego.

Należy zauważyć, że w niektórych publikacjach olej rzepakowy nie jest czynnikiem doświadczalnym, lecz stanowi stały element dawki pokarmowej. W publikacji Miśty i in. (2012) oraz Chrenkovej i in. (2012) olej rzepakowy stanowił 1% wszystkich dawek pokarmowych, zarówno kontrolnych, jak i doświadczalnych. Zatem wielu badaczy uważa go za bezpieczny komponent paszowy, który może mieć powszechne zastosowanie w żywieniu królików.

Sundram i in. (1997) badali wpływ różnych olejów, w tym rzepakowego, na arteriosklerozę u królików żywionych dietami niezawierającymi cholesterolu.

Szereg interesujących badań wykonał zespół badawczy pod kierunkiem Zalejskiej-Fiolki ze Śląskiego Uniwersytetu w Katowicach. Prace te zostaną przedstawione pobieżnie, gdyż króliki występują w nich jako zwierzęta modelowe. Autorzy ci badali wpływ utlenionego oleju rzepakowego na powstawanie miażdżycy, hipercholesterolemii (Zalejska-Fiolka i in., 2004; Zalejska-Fiolka i in., 2007b), metabolizm funkcjonowania wątroby (Zalejska-Fiolka i in., 2012) czy stres oksydacyjny (Zalejska-Fiolka i in., 2015). Przykładowo Zalejska-Fiolka i in. (2007a, b) w swoich publikacjach opisali efekty podawania królikom zróżnicowanych diet zawierających świeży lub utleniony olej rzepakowy oraz czosnek, badając ich wpływ na rozwój hipercholesterolemii. Dodatek utlenionego oleju rzepakowego pozytywnie modyfikował skład lipidów w surowicy krwi, a dodatek czosnku hamował rozwój arteriosklerozy poprzez zmniejszenie stężenia cholesterolu.

Warto podkreślić, że podobne wyniki uzyskali w cytowanej powyżej pracy Kowalska i Bielański (2007), podając w mieszance paszowej 3% dodatek oleju rzepakowego i zwiększony o 100% dodatek witaminy E, co spowodowało istotny spadek ilości cholesterolu w mięśniach króliczych.

Natomiast Fricke i in. (2007) badali wpływ oleju z rzepaku na poziom cholesterolu w mózgu królików doświadczalnych. Innego typu badania prowadzili Schröder i in. (2009), wykorzystując olej rzepakowy jako jedno z najbogatszych

źródeł steroli roślinnych, a zwłaszcza unikalnego brassikasterolu (Stefansson i in., 1961), charakterystycznego, jak podają Homberg i Bielefeld (1989), dla oleju roślin z rodziny *Brassica*. Fitosterole są pożądane w diecie zarówno człowieka, jak i zwierząt, ponieważ obniżają poziom frakcji LDL cholesterolu w surowicy krwi, poprzez częściowe hamowanie jego wchłaniania w jelitach. Przeciętnie olej rzepakowy zawiera ponad 700 mg fitosteroli w 100 g, w tym 370 mg sitosterolu, 270 mg kampesterolu, 70 mg brassikasterolu oraz 2 mg stigmasterolu. Wyżej wymienieni autorzy badali wpływ zawartych w oleju rzepakowym estrów stanoli i steroli na hamowanie procesu miażdżycy u królików. Utworzono cztery grupy, które otrzymywały w paszy po 2 g/kg cholesterolu. W grupach od dwa do cztery wprowadzono dodatki odpowiednio 17 g/kg i 34 g/kg estrów stanolu oraz 34 g/kg estrów steroli. Doświadczenie trwało przez 18 tygodni. Po zakończeniu badań stwierdzono, że poziom cholesterolu LDL w grupach trzeciej i czwartej został zredukowany o 50%.

Przedstawione powyżej wyniki wskazują na możliwość stosowania w żywieniu królików oleju rzepakowego jako wartościowego komponentu mieszanek paszowych, wpływającego szczególnie na jakość pozyskiwanego mięsa.

6.6. Glicerol w żywieniu królików

Jak wspomniano wyżej, opublikowano już szereg prac naukowych dotyczących wykorzystania glicerolu powstałego przy produkcji biopaliw w żywieniu różnych gatunków zwierząt. Użycie glicerolu jako składnika mieszanek paszowych przeznaczonych dla różnych gatunków zwierząt znane jest już od lat siedemdziesiątych XX wieku (Lin i in., 1976). Jednak większość z nich opublikowano w ostatnim dziesięcioleciu (Cerrate i in., 2006; Chung i in., 2007; Donkin, 2009; Lammers i in., 2008; Della Casa i in., 2009; Hanczakowska i in., 2011). W większości tych prac stwierdzono, że dodatek umiarkowanych ilości glicerolu do pasz nie wpływa na wyniki produkcyjne zwierząt i jakość pozyskiwanego od nich surowca. Negatywnym aspektem żywienia nieoczyszczonym glicerolem, powstającym podczas produkcji biodiesla, jest zanieczyszczenie go różnymi substancjami, np. metanolem (Schumacher, 2007).

Stosunkowo niedawno glicerol znalazł również zastosowanie w żywieniu królików. Badania takie prowadzono głównie w Brazylii (Retore i in., 2012; Retore i in., 2012a; Klinger i in., 2015).

Iñigo i in. (2011) badali wpływ włączenia do diety królików 2,5 lub 5,0% glicerolu, zastępującego w dietach skrobię, na wyniki produkcyjne karmiących matek i tuczonych królików w czterech kolejnych cyklach reprodukcyjnych. Stwierdzili oni, że włączenie do diety do 5% glicerolu nie wpływa na wyniki reprodukcji, całkowite pobranie paszy do czasu porodu i do 21. dnia laktacji, jak również na masę ciała ssących królicząt. Analiza bioimpedancji elektrycznej badająca skład ciała, a polegająca na zmierzeniu całkowitego wypadkowego oporu elektrycznego ciała, stanowiącego pochodną rezystancji i reaktancji, przy zastosowaniu zestawu elektrod powierzchniowych, połączonych z analizatorem kompute-

rowym przy użyciu prądu o danej częstotliwości i natężeniu, nie wykazała różnic w całkowitej, wewnątrzkomórkowej i zewnątrzkomórkowej zawartości wody w organizmie oraz komórkowej masie ciała, a w konsekwencji ilości tkanki tłuszczowej i mięśniowej. Dieta z dodatkiem gliceryny nie wpłynęła również na śmiertelność w okresie tuczu i przyrosty masy ciała, które były porównywalne w badanych grupach.

Retore i in. (2012a) prowadzili badania na królikach nowozelandzkich białych, mające na celu ustalenie bezpiecznego poziomu dodatku glicerolu, który można wprowadzić w miejsce kukurydzy, w celu zmniejszenia ilości skrobi trafiającej do jelita ślepego. Badali oni skład chemiczny i energię strawną surowego glicerolu roślinnego uzyskanego z oleju sojowego i mieszaniny glicerolu uzyskanego z 80% oleju sojowego i 20% tłuszczu zwierzęcego. Współczynnik strawności energii brutto dla pierwszego typu glicerolu wynosił 91,27%, dla drugiego 89,22%. Autorzy zastosowali cztery różne poziomy obu gliceroli 3, 6, 9 i 12%, zastępując w paszy odpowiednio: 4, 8, 12 i 16% węglowodanów. Stwierdzili oni, że spożycie paszy zmniejszało się liniowo wraz ze wzrostem ilości obu dodawanych form glicerolu, przy czym skutkowało niższą masą ciała królików jedynie przy dodatku 9 i 12% glicerolu roślinnego. Najwyższe dobowe przyrosty masy ciała stwierdzono w grupie otrzymującej 12% mieszanki glicerolu roślinnego i zwierzęcego, co przełożyło się na znaczne zmniejszenie kosztów wyprodukowania 1 kg mięsa, poprzez obniżenie kosztów paszy. W konkluzji swoich badań autorzy stwierdzili, że pasze z dodatkiem glicerolu otrzymywanego z nasion różnych roślin oleistych mogą stanowić pożądany dodatek do mieszanek paszowych dla królików.

Kolejne podobne badania Retore i in. (2012b) wykazały, że lepiej wykorzystywana była energia z nieoczyszczonego glicerolu roślinnego niż mieszanego roślinno-zwierzęcego. Spożycie paszy w obu grupach doświadczalnych było niższe niż w grupie kontrolnej. Końcowa masa ciała i przyrosty dobowe królików nie różniły się w grupach żywionych różnymi rodzajami glicerolu. W tym eksperymencie stwierdzono, że korzystne jest dodawanie do dawek królików do 12% surowego mieszanego glicerolu i do 6% glicerolu roślinnego.

Badania Klinger i in. (2015) wykonano na królikach nowozelandzkich białych. Zwierzęta grupy kontrolnej żywiono paszą bez dodatku glicerolu, a w grupach doświadczalnych glicerol stanowił odpowiednio 5 i 7,5%. Podczas eksperymentu oceniono: końcową masę ciała, przyrosty dobowe, pobranie paszy i jej wykorzystanie oraz wydajność rzeźną, a ponadto masę narządów wewnętrznych: wątroby, nerek i serca. Autorzy stwierdzili, że uzyskane wyniki dotyczące wszystkich wymienionych parametrów nie różniły się statystycznie między grupami. Uważają oni, że dodatek gliceryny do dawek pokarmowych królików jest możliwy, gdyż nie wpływa na pogorszenie wyników produkcyjnych.

Przedstawione powyżej wyniki wskazują na możliwość stosowania w żywieniu królików dodatku glicerolu jako wartościowego komponentu mieszanek paszowych.

6.7. Inne rośliny z rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*) w żywieniu królików

Obok pasz rzepakowych w żywieniu królików mogą mieć zastosowanie także i inne, pochodzące od pokrewnych do rzepaku roślin z rodziny kapustowatych (*Brassicaceae*). Najliczniej z tej grupy uprawiane są rośliny nazywane potocznie gorzycami (ang. mustard). Jest to grupa kilku gatunków, z których najważniejsze gospodarczo są gorczyca biała (*Sinapis alba/Brassica alba*), gorczyca czarna (*Brassica nigra*) oraz kapusta sitowata (*Brassica juncea*). Ta ostatnia roślina znana jest też pod nazwą kapusta sarepska lub gorczyca sarepska. Gorzycy uprawiane są nie tylko jako główny składnik musztardy, lecz także do produkcji oleju pozyskiwanego z ich nasion. Rośliny te uprawiane są w wielu krajach, a jednym z głównych producentów oleju z gorzycy są Indie (Tripathi i in., 2003; Sehwal i Das, 2015). Sehwal i Das (2015) prognozują w Indiach dalszy sukcesywny wzrost produkcji oleju z gorzycy, głównie z wymienionych wyżej gatunków, a tym samym wzrost produkcji makuchu i śruty poekstrakcyjnej z tych roślin. Także w innych krajach, takich jak: Stany Zjednoczone, Chiny, Niemcy, Francja, Australia i Wielka Brytania wzrasta stale areal uprawy gorzycy.

Sehwal i Das (2015) podają, że nasiona gorzycy zawierają: od 24 do 40% tłuszczu, od 17 do 26% białka. Łuska w nasieniu stanowi około 19%. Autorzy uważają, że produkty uboczne pozyskiwania oleju z gorzycy są wartościowym źródłem białka w żywieniu zwierząt, jednak zawierają też, podobnie jak nieudokonalony rzepak, substancje antyżywniowe – glukozynolany. W niektórych partiach paszy może ich być aż do 200 mg/g. Inni autorzy podają zawartość glukozynolanów w makuchu z gorzycy w następujących ilościach: Tyagi (2002) – 128,7 $\mu\text{mol/g}$, Sodhi i in. (2002) – od 148 do 186 $\mu\text{mol/g}$, Tripathi i in. (2004) – 128,5 $\mu\text{mol/g}$, Das i Singhal (2005) – 42,6 $\mu\text{mol/g}$. Omawiane produkty uboczne zawierają, w zależności od odmiany gorzycy, warunków uprawy i procesu pozyskiwania od 33 do 40% białka ogólnego, około 8% popiołu surowego, 21% tłuszczu surowego, 21% związków bezazotowych wyciągowych i 8,5% włókna surowego. Szczegółowy skład śruty poekstrakcyjnej z gorzycy, według Tripathiego i in. (2003), przedstawiono w tabeli 26.

Oczywiście liczne rośliny z rodziny kapustowatych mogą być podawane z pozytywnym rezultatem królikom, jako pasze zielone w tradycyjnym systemie żywienia np.: kapusta właściwa, kapusta warzywna, brukiew i wiele innych w postaci zielonych pędów (Herman, 1974; Partridge i in., 1985; Smith i in., 1991; Pasupathi, 2015). Już w 1974 roku Herman podawał, że króliki chętnie zjadają kapustę białą, włoską i brukselską. Uważał jednak, że wiosenne pędy powinno podawać się z ostrożnością, natomiast ogonki liściowe i kaczany bez ograniczeń. Ten sam autor informował, że królikom może być podawana zielonka z gorzycy, jednak tylko w początkowych fazach wegetacji, z powodu obecności olejku gorzyczanego, zawartego w łuszczykach, który jest szkodliwy dla tej grupy zwierząt.

Tabela 26. Skład chemiczny i wartość energetyczna śruty poekstrakcyjnej z gorczycy (według Tripathiego i in., 2003)

Wyszczególnienie	g/kg suchej masy
Sucha masa	963
Popiół surowy	99
Substancja organiczna	901
Białko ogólne	376
Tłuszcz surowy	77
NDF	340
ADF	192
ADL	61
TGLS	58
Energia brutto (MJ na kg suchej masy)	17,99

TGLS – tioglikozydy.

Inni autorzy zalecają jednak podawanie pasz pochodzących z roślin kapustowatych w ograniczonych ilościach z powodu negatywnego wpływu zawartych w nich glukozyzolanów na przewód pokarmowy, a nawet na funkcjonowanie układu endokrynologicznego (Bonadonna i Pozzi, 1957). Istotne jest, że pomimo często znacznej zawartości substancji antyżywniowych, rośliny z rodziny kapustowatych są chętnie pobierane przez króliki domowe, jak i przez ich przodków – króliki dzikie. Żerowanie królików na tej grupie roślinności badali między innymi Smith i in. (1991). Wykazali oni, że przygryzanie roślin przez króliki powoduje w nich zmiany zawartości glukozyzolanów. Interesujące są informacje o zatruciach wolno żyjących zwierząt – najczęściej sarny europejskiej – zielonką rzepaku. Zatrucie rzepakiem objawia się zmianami w naturalnym zachowaniu zwierząt, brakiem płochliwości, ślepotą, chudnięciem, przewlekłą biegunką, a nawet upadkami. Do upadków dochodzi przeważnie u osobników, które pobrały w pożywieniu powyżej 60% zielonej masy rzepaku. Tego typu przypadki występują szczególnie zimą, gdy zwierzęta żywią się na polach uprawnych monodietą rzepakową. Zjawisko to potwierdza wysoką smakowitość zielonki z rzepaku (Rajsky i in., 2014). Z drugiej jednak strony roślinom kapustowatym przypisuje się pozytywne znaczenie w profilaktyce nowotworów u ludzi (Dżugan, 2007; Szwejda-Grzybowska, 2011), niekorzystne działania mają więc jedynie spożyte w nadmiernej ilości.

Początkowo podejmowano próby żywienia paszami pochodzącymi z przetwórstwa gorczycy u przeżuwaczy, bydła i owiec (Tyagi i in., 1996; Tripathi, 1999; Tripathi i in., 2001, Tripathi i Mishra, 2007). W następnej kolejności zainteresowano się królikami jako potencjalnymi konsumentami tych pasz. Szeroko zakrojone badania nad śrutą z gorczycy w żywieniu królików przeprowadzili indyjscy uczeni Tripathi i in. (2003). Niewątpliwie impulsem do tych badań były wcześniejsze prace lidera tego zespołu na innych gatunkach zwierząt oraz potrzeba zagospoda-

rowania znacznej ilości śruty poekstrakcyjnej i makuchu z gorczycy w Indiach. Tripathi i in. (2003) w badaniach na królikach szynszylowatych i białych olbrzymach badali możliwość częściowego oraz całościowego zastąpienia śruty poekstrakcyjnej sojowej, śrutą poekstrakcyjną z gorczycy (*Brassica juncea*). Śruta ta dodawana była w ilości: 0, 8, 16 i 24,5% dawki. Poziom glukozyolanów w dietach doświadczalnych wynosił odpowiednio 3,6, 8,0 i 11,5 g/kg suchej masy paszy. W wyniku eksperymentu stwierdzono, że końcowa masa ciała królików w grupie żywionej bez dodatku śruty z gorczycy wynosiła 2390 g, natomiast przy całkowitym zastąpieniu śruty sojowej śrutą z gorczycy – 2420 g. W pozostałych grupach była zbliżona i wynosiła: 2400 i 2410 g. Przyrosty dobowe były wyrównane w grupach kontrolnej i doświadczalnych przy 8 i 16% dodatku poekstrakcyjnej śruty z gorczycy, jedynie w grupie doświadczalnej żywionej bez śruty sojowej badany parametr był niższy. Interesujące było natomiast, że w ostatniej grupie doświadczalnej spożycie paszy było najniższe, a zużycie paszy na 1 kg przyrostu najkorzystniejsze. Wyniki eksperymentu przeprowadzonego przez Tripathiego i in. (2003) przedstawiono w tabeli 27.

Tabela 27. Wyniki produkcyjne królików żywionych dietą z różnym udziałem poekstrakcyjnej śruty z gorczycy (według Tripathiego i in., 2003)

Wyszczególnienie	Udział śruty poekstrakcyjnej z gorczycy w dawkach (%)			
	0,0	8,0	16,0	24,5
Całkowity przyrost masy ciała (g)	1710	1710	1706	1519
Dobowy przyrost masy ciała (g)	31 ^a	31 ^a	30 ^a	27 ^b
Całkowite pobranie paszy (kg)	7,4 ^a	7,1 ^a	6,9	5,7 ^b
Dobowe pobranie paszy (g)	132 ^a	127 ^a	124 ^a	102 ^b
Zużycie paszy na 1 kg/przyrostu	4,3 ^a	4,2 ^a	4,1	3,8 ^b

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

W wyniku badań strawnościowych powyżsi autorzy stwierdzili, że dodatek śruty z gorczycy w ilości 8 i 16% poprawiał przyswajalność suchej masy, substancji organicznej, białka ogólnego oraz frakcji ADF (kwaśna frakcja włókna pokarmowego). W grupie kontrolnej i w grupie doświadczalnej, w której brak było poekstrakcyjnej śruty sojowej, strawność składników pokarmowych była zbliżona, ale niższa niż w pozostałych grupach doświadczalnych. Natomiast strawność energii rosła wraz ze wzrostem udziału śruty z gorczycy w dawkach. Wyniki uzyskane w tych badaniach przedstawiono w tabeli 28.

W omawianych badaniach wykazano także, że wyższy dodatek śruty z gorczycy obniżał poziom białka, natomiast podnosił zawartość tłuszczu w tkance mięśniowej. U zwierząt żywionych dawkami z udziałem tej śruty stwierdzono również wyższą masę wątroby (Tripathi i in., 2003).

Tabela 28. Strawność składników pokarmowych i energii (%) u królików żywionych dietą z różnym udziałem poekstrakcyjnej śruty z gorzycy (według Tripathiego i in., 2003)

Wyszczególnienie	Udział śruty poekstrakcyjnej z gorzycy w dawkach (%)			
	0,0	8,0	16,0	24,5
Sucha masa	57	61	58	55
Substancja organiczna	60	63	64	59
Białko ogólne	69	72	71	67
ADF	19 ^B	33 ^{Aa}	23 ^b	18 ^B
Energia brutto	58 ^b	65 ^a	65 ^a	63 ^a

^{A, B} – średnie oznaczone różnymi wielkimi literami różnią się statystycznie wysoko istotnie.

^{a, b} – średnie oznaczone różnymi małymi literami różnią się statystycznie istotnie.

Kontynuację opisanych powyżej badań przedstawili w kolejnej swojej publikacji Thripathi i in. (2008). Stwierdzili oni, że dodatek do dawki pokarmowej królików 8, 16 i 24,5% śruty poekstrakcyjnej z gorzycy może zastąpić poekstrakcyjną śrutę sojową. Jednak najkorzystniejsze efekty uzyskiwano, gdy udział śruty poekstrakcyjnej z gorzycy wynosił do 16% dawki. Natomiast wyższy dodatek tego składnika powodował nieznaczne obniżenie strawności składników pokarmowych, wykorzystania energii i białka, a tym samym i tempa wzrostu zwierząt. Wpływał też negatywnie na procesy fermentacyjne w przewodzie pokarmowym oraz obraz morfologiczny krwi. Podsumowując badania, autorzy ci sugerują, że rosnące króliki tolerują 8,4 mg glukozynolanów na g diet, jednak jednocześnie dodają, że dalsze badania w tym kierunku są wskazane.

Również wcześniejsze niż badania Tripathiego i in. (2003) eksperymenty na królikach przeprowadzone w Indiach przez Singh i Negi (1987), Prasada i in. (1998), Gowda i in. (1997), Bhatt i in. (1999) oraz Bhatt (2001) wskazują na możliwość wykorzystania ubocznych produktów z przetwórstwa gorzycy w żywieniu królików. Autorzy ci jednak wskazują na pewne ograniczenia ich stosowania wynikające z obecności glukozynolanów. Jednak wyniki tych prac odnoszą się głównie do królików angorskich, są zatem mniej przydatne w prowadzonej dyskusji nad stosowaniem gorzycy w żywieniu królików mięsnych.

Gugolek i in. (2011) badali możliwość stosowania w żywieniu królików nasion gorzycy białej. Nie były to jednak badania dotyczące wartości odżywczej tych nasion, lecz ich właściwości kokcydiostatycznych. Badania te miały na celu określenie możliwości zastąpienia chemicznego kokcydiostatyku rozdrobnionymi ziarnami gorzycy w żywieniu królików mieszańców ras nowozelandzkiej białej i belgijskiego olbrzyma szarego. Grupa kontrolna otrzymywała paszę granulowaną bez dodatku kokcydiostatyku. Pasza zwierząt grupy eksperymentalnej pierwszej zawierała chemiczny kokcydiostatyk – robenidynę, natomiast drugiej eksperymentalnej dodatek gorzycy, w ilości 2%. Zwierzęta były tuczone w okresie od 7. do

17. tygodnia życia. Kontrolowano masę ciała i przyrosty dobowe królików. Przeprowadzono analizę morfologiczną i biochemiczną krwi oraz oznaczono liczbę oocyst kokcydii w 1 g kału. Po zakończeniu tuczu obliczono wydajność rzeźną. Przed tuczem przeprowadzono test smakowitości metodą wolnego wyboru, który wykazał zadowalającą smakowitość paszy z dodatkiem rozdrobnionej gorczycy. Badane parametry użytkowe, zdrowotność i stopień zarażenia kokcydiami były zbliżone w obu grupach eksperymentalnych. W grupie kontrolnej wyniki produkcyjne były niższe, a poziom kokcydii w kale wyższy.

W badaniach Ibrahima i in. (2012) króliki nowozelandzkie białe żywione były paszą z różnych poziomami białka pochodzącego z nasion gorczycy (*Sinapis alba*). Zwierzęta grup doświadczalnych otrzymywały dodatek 1,0 lub 0,5% nasion gorczycy. Wyniki badań wykazały pozytywny wpływ dodatku gorczycy na strawność wszystkich składników pokarmowych. Dodatek gorczycy spowodował statystycznie istotny wzrost końcowej masy ciała zwierząt oraz średnich przyrostów dziennych. Stwierdzono także pozytywny efekt ekonomiczny dodatku do paszy nasion gorczycy.

Yasser i in. (2015) badali przydatność w żywieniu królików rozdrobnionych nasion różnych roślin, a wśród nich gorczycy białej (*Sinapis alba*). Ponadto określono także wpływ dodatku nasion takich roślin jak: czarnuszka siewna (*Nigella sativa*), sezam indyjski (*Sesamum indicum*) i rukieta siewna – rukola (*Eruca sativa*) na wzrost, strawność składników pokarmowych, wydajność rzeźną oraz rachunek ekonomiczny tuczu. W wyniku badań wykazano statystycznie istotne różnicowanie średnich przyrostów dobowych i wykorzystania paszy oraz brak takiego różnicowania w przypadku dobowego pobrania paszy pomiędzy wszystkimi grupami doświadczalnymi. Ponadto stwierdzono statystycznie istotny wzrost strawności składników pokarmowych i jakości tuszek u zwierząt z grup żywionych z dodatkiem gorczycy, sezamu i rukiety, a obniżenie w grupie otrzymującej czarnuszkę. Autorzy stwierdzili, że nasiona badanych roślin mogą być stosowane jako dodatek do diet królików, gdyż wszystkie poprawiają efektywność ich chowu.

Inny kierunek badawczy dotyczący kolejnego gatunku z rodziny kapustowatych – kapusty warzywnej, zwanej także kapustą ogrodową (*Brassica oleracea*), niemający bezpośredniego związku z przemysłem paszowym prowadzili Khan i in. (2015). Badali oni działanie przeciwzakrzepowe ekstraktu metanolowego z kapusty u królików, traktowanych jako zwierzęta modelowe. Stwierdzono, że efekt przeciwzakrzepowy może być powodowany przez inaktywację lub hamowanie czynników mających wpływ na krzepliwość krwi.

Zatem, jak przedstawiono na powyższych przykładach, także inne obok rzepaku rośliny z rodziny kapustowatych mogą mieć zastosowanie w żywieniu królików. Dotyczy to głównie stosowania w żywieniu tradycyjnym zielonych części tych roślin oraz śruty poekstrakcyjnej i makuchu z przetwórstwa różnych gatunków gorczycy.

7. Podsumowanie

Rzepak to powszechnie uprawiana roślina w Polsce, dostarczająca obok nasion wykorzystywanych do produkcji oleju, ogólnie dostępnych, relatywnie tanich, ubocznych surowców paszowych. Ta grupa materiałów paszowych zróżnicowana pod względem składu chemicznego i wartości pokarmowej może mieć zastosowanie w żywieniu różnych gatunków zwierząt gospodarskich, w tym także królików. Poza nasionami są to: makuch rzepakowy, poekstrakcyjna śruta rzepakowa, łuska rzepakowa, olej rzepakowy oraz glicerol.

W ostatnich latach w Polsce i na świecie notuje się wzrost zainteresowania mięsem królików. Zaczęto doceniać jego jakość, walory dietetyczne i prozdrowotne. Większość żywca króliczego produkowana jest w fermach wielkostadnych, w których króliki żywione są mieszankami pełnoporcjowymi granulowanymi, istnieje więc potrzeba doskonalenia tego sposobu żywienia. Powinno ono dotyczyć zarówno aspektu wartości pokarmowej, jak i ekonomiki tuczu. Pasze rzepakowe z powodzeniem mogą zostać wykorzystane w tym procesie.

Na podstawie przeglądu literatury stwierdzono, że nasiona rzepakowe mają ograniczone zastosowanie w żywieniu królików, nie tylko z uwagi na niekorzystny wpływ pokarmowy lecz również ze względu na możliwość bardziej racjonalnego wykorzystania. Są bowiem podstawą do produkcji oleju rzepakowego wykorzystywanego zarówno w żywieniu człowieka, jak też do produkcji biodiesla oraz mogą mieć zastosowanie jako nośnik energii w paszach pełnoporcjowych.

Natomiast makuch rzepakowy i śruta poekstrakcyjna rzepakowa, jak wykazano na przykładzie wyników licznych eksperymentów naukowych, mogą być wartościowym składnikiem mieszanek paszowych pełnoporcjowych dla królików, w ilości nawet do kilkunastu procent. Obecnie uprawiane formy rzepaku są przeważnie niskoenergetyczne i o niewielkiej zawartości glukozyolanów, zatem mogą być bezpiecznie stosowane, czego dowodem jest coraz częstsze występowanie makucho i śruty poekstrakcyjnej w produkowanych przemysłowo mieszankach paszowych. Podobnie jak makuch rzepakowy i śruta poekstrakcyjna rzepakowa, również łuska rzepakowa może być wykorzystywana jako źródło białka i włókna surowego w dawkach pokarmowych dla królików.

Wykazano także, że wartościowym źródłem energii w mieszankach paszowych może być olej rzepakowy. Optymalną jego ilością jest 1-2%. Ogólnie przyjmuje się, że olej rzepakowy podnosi jakość i smakowitość pasz, dostarcza egzogennych kwasów tłuszczowych oraz zwiększa dostępność energii z paszy. Jego stosowanie poprawia też jakość tuszek poprzez modyfikację profilu kwasów tłuszczowych mięsa i tkanki tłuszczowej. Literatura naukowa wskazuje również na możliwość stosowania w żywieniu królików dodatku glicerolu jako wartościowego komponentu mieszanek paszowych.

Podsumowując informacje zawarte w monografii, należy stwierdzić, że pasze pochodzące z przetwórstwa rzepaku to wartościowa grupa komponentów paszowych, mogąca stanowić dodatek do diety królików. Mają one korzystny wpływ na przyrosty zwierząt, jakość ich mięsa oraz poprawiają ekonomikę produkcji.

8. Piśmiennictwo

- Abdellatif A.M.M., Vles R.O. 1971. Long-term pathological effects of dietary rapeseed oil in rats and rabbits. *Voeding*, 32 (11): 602–611.
- Abdul-Aziz G.M., El-Nady M.A., Shalaby A.S., Mahmoud S.H. 1999. Partial substitution of soybean meal protein by different plant protein sources in diets for Nile tilapia fingerlings. *Bulletin of Faculty of Agriculture, U. of Cairo*, 50: 189–202.
- Ackman R.G. 1990. Canola fatty acids – An ideal mixture for health, nutrition and food use – In: *Canola and Rapeseed: production, chemistry, nutrition and processing technology*. F. Shahidi, Van Nostrand Reinhold (eds). New York, pp. 81–98.
- Adem H., Tressel R.P., Pudiel F., Mörl L. 2011. Rapeseed protein extraction process for aquafeed use. *Proceeding of the 13th International Rapeseed Congress, Prague, Czech Republic*, pp. 482–485.
- Amarowicz R., Naczek M., Shahidi F. 2000. Antioxidant activity of crude tannins of canola and rapeseed hulls. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, 77: 957–996.
- Anders A., Rusinek R., Wroniak M. 2011. Obłuskiwanie nasion rzepaku jako metoda podniesienia jakości oleju rzepakowego przeznaczonego na biopaliwa. *Autobusy: eksploatacja, systemy transportowe*, 10: 56–62.
- Arseniuk E., Oleksiak T. 2004. Materiały informacyjne, Instytut Hodowli i Aklimatyzacji Roślin w Radzikowie. Polski rzepak – dorobek badawczy i hodowlany. www.ihar.edu.pl/rzepak.php. „Rzepak”.
- Banaszkiewicz T., Osek M. 1996. Ocena wyników poubojowych kurecząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem wyłoków i śrutu poekstrakcyjnej rzepakowej. *Rośliny Oleiste*, 17: 483–492.
- Barabasz B., Bieniek J. 2003. Króliki. *Towarowa produkcja mięsa*. PWRiL, Warszawa, 1–132.
- Barbosa A.M.M.A.F., Scapinello C., Souza N.E., Barbosa M.A.A.F., Brito D.A., Koguish E.K. 2004. Utilization of different vegetable oil sources in diets and the fat acids profile in the growing rabbits meat. *Biotechnology in Animal Husbandry*, 20 (3-4): 151–162.
- Barlow S., Pike I.H. 1991. Humans and animals benefit from omega-3 polyunsaturated fatty acids. *Feedstuffs*, 63: 18–26.
- Barteczko J. 2003. Badania nad metabolizmem energii u kurcząt brojlerów. *Zeszyty Naukowe AR w Krakowie*, 288: 1–148.
- Bartkowiak-Broda I. 1991. Studia nad systemami męskiej niepłodności u rzepaku *Brassica napus* L. var. *oleifera*. *Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 35: 3–60.
- Bartkowiak-Broda I. 1998. Odmiany rzepaku – osiągnięcia i perspektywy. *Rośliny Oleiste*, XIX: 359–370.
- Bartkowiak-Broda I. 2002. Wzajemny związek postępu w agrotechnice i hodowli rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XXIII: 61–71.
- Bartkowiak-Broda I. 2009. Nowe odmiany rzepaku, nowa jakość oleju. *Olej rzepakowy nowy surowiec, nowa prawda. Teraz rzepak. Teraz olej. Tom II. Rozdział 1*. PSPO Warszawa.
- Bell J.M., Shires A. 1982. Composition and digestibility by pigs of hull fractions from rapeseed cultivars with yellow or brown seed coats. *Canadian Journal of Animal Science*, 62 (2): 557–565.
- Belzile R.J., Poliquin L.S., Jones J.D. 1974. Nutritive value of rapeseed flour for mink: effects on live performance, nutrient utilization, thyroid function and pelt quality. *Canadian Journal of Animal Science*, 54: 639–644.

- Bhatt R.S., Sawal R.K., Mahajan A. 1999. Effect of feed protein source on digestion and wool production in Angora rabbits. *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*, 12: 1075–1079.
- Bhatt R.S. 2001. Performance of Angora rabbits on various vegetable proteins incorporated diets. *Indian Journal of Animal Sciences*, 71 (10): 962–965.
- Bielanski P., Niedźwiadek S., Zajac J. 1996. Nowoczesny chów królików. Wydawnictwo, Fundacja, Rozwój SGGW. Warszawa.
- Bielanski P. 2004. Wpływ rasy i systemów utrzymania na cechy produkcyjne brojlerów króliczych. *Roczniki Naukowe Zootechniki, IZ Kraków*, 18: 5–86.
- Bielanski P., Kowalska D. 2009. Rasy zwierząt w Polsce – króliki. *Króliki angorskie. Medycyna Weterynaryjna*, 65 (10), s. 729.
- Bonadonna T., Pozzi G. 1957. Preliminary findings on the endocrine changes in rabbits fed cabbage (*Brassica oleracea*) & rape (*Brassica campestris oleifera*). *Folia Endocrinol Mens Incretologia Incretoterapia*. 10 (5): 477–487.
- Borys B. 2006. Nasiona rzepakowy i lnu oraz makuch rzepakowy w zestawach paszowych dla owiec wysokoplennych. *Przegląd Hodowlany*, 8: 20–24.
- Borys B. 2007. Substancje antyżywnieniowe w paszach roślinnych dla kóz. *Wiadomości Zootechniczne*, 45 (1-2): 55–65.
- Borys B. 2014. Produkty uboczne biopaliw w żywieniu owiec – makuch rzepakowy i słonecznikowy. *Wiadomości Zootechniczne, R. LII*, 4: 18–35.
- Brand T.S., De Brabander L., Schalkwyk S.J. Van, Pfister B., Hays J.P. 2000. The true metabolisable energy content of canola oilcake meal and full-fat canola seed for ostriches (*Struthio camelus*). *British Poultry Science*, 41: 201–203.
- Brzóska F. 2008. Milk production and composition as influence by soybean meal, rapeseed meal or rapeseed cake in concentrate for dairy cows. *Annals of Animal Science*, 8 (2): 133–143.
- Brzóska F., Hanczakowska E., Koreleski J., Strzetelski J., Świątkiewicz S. 2010a. Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt. Wydawnictwo Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju. Warszawa, IV, 79.
- Brzóska F., Śliwiński B., Michalik-Rutkowska O. 2010b. Pasze rzepakowe – wykorzystanie w żywieniu zwierząt oraz bioenergetyce. Cz. 2. *Wiadomości Zootechniczne*, 2-3: 19–29.
- Buraczewska L., Gdala J., Wasilewko J., Buraczewski S. 1998. Zawartość białka związanego z frakcją włókna (NDF) a strawność jelitowa u świń białka i aminokwasów pasz rzepakowych traktowanych termicznie. Tom XIX, *Rośliny Oleiste*.
- Burel C., Boujard T., Escaffre A.M., Kaushik S.J., Boeuf G., Mol K.A., Van der Geyten S., Kuhn E.R. 2000. Dietary low-glucosinolate rapeseed meal affects thyroid status and nutrient utilization in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *British Journal of Nutrition*, 83: 653–664.
- Canakci M., Van Gerpen J. 2001. Biodiesel production from oils and fats with high free fatty acids. *American society of Agricultural Engineers*, 44 (6): 1429–1436.
- Carré P., Quinsac A., Citeau M, Fine F. 2015. A re-examination of the technical feasibility and economic viability of rapeseed dehulling. *Oilseeds & fats Crops and lipids*, 22 (3) D304: 1–12.
- Carroll K.K. 1957. Rape Oil and Cholesterol Metabolism in Different Species with Reference To Experimental Atherosclerosis. *Experimental Biology and Medicine*, 94 (1): 202–205.

- Cavani C., Bianchi M., Lazzaroni C., Luzi F., Minelli G., Petracci M. 2000. Influence of type of rearing, slaughtering age and sex on fattening rabbit: II Meat quality. Proceedings of 7th World Rabbit Congress, Valencia, Spain, pp. 1–32.
- Cerrate S., Yan F., Wang Z., Coto C., Sacakli P., Waldroup P.W. 2006. Evaluation of Glycerine from Biodiesel Production as a Feed Ingredient for Broilers. *International Journal of Poultry Science* 5 (11): 1001–1007.
- Chrastinová L., Chrenková M., Polačiková M., Lauková A., Simonová M., Szabóová R., Stropfiová V., Ondruška L., Rafay J., Vasilková Z., Plachá I., Faix Š., Haviarová M., Mojto J. 2009. Utilization of an extract product from ginseng supplementation in diets and different energy levels of granulated feed in the nutrition of rabbits. *Archiva Zootechnica*, 12 (1): 72-79.
- Chrenková M., Chrastinová L., Lauková A., Polačiková M., Formelová Z., Plachá I., Szabóová R., Ondruška L., Parkányi V., Vašiček D., Pogány Simonová M., Stropfiová V. 2012. The influence of diet with genetically modified maize on growth, nutrient digestibility and health status of broiler rabbits. *Folia Veterinaria. Supplementum II*, 56: 28–30.
- Christ B. 1997. Zum Einfluß von Futterfetten auf die Reproduktions- und Aufzuchtleistung von Häsinnen sowie die Mast- und Schlachtleistung von Hybridkaninchen. Dissertation Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg.
- Christ B., Lange K., Jeroch H. 1996. Effect of dietary fat on fat content and fatty acid composition of does milk. Proceedings of 6th World Rabbit Congress, Toulouse, 1: 135–138.
- Christ B. 1999. Effect of dietary fat on fertility and rearing ability of does and on fattening performance of hybrid rabbits. *Archiv für Geflügelkunde*, 63: 133–135.
- Christensen M.S., Hoy C.E. 1997. Early dietary intervention with structured triacylglycerols containing docosahexaenoic acid. Effect on brain, liver and adipose tissue lipids. *Lipids*, 32: 185–191.
- Chung Y.H., Rico D.E., Martinez C.M., Cassidy T.W., Noirot V., Ames A., Varga G.A. 2007. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. *Journal of Dairy Science*, 90: 5682–5691.
- Chwastowska-Siwiecka I., Kondratowicz J., Winiarski R., Śmiecińska K. 2011. Wartość rzeźna oraz wybrane cechy jakościowe mięsa królików ras mięsnych. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (75): 136–147.
- CIE. 1976. Official recommendations on uniform colour spaces, colour differences equations and metric colour terms. Supplement no 2 to CIE publications no 15. Colorimetry, Paris, France.
- Clement K., Viguerie N., Diehn M., Alizadeh A., Barbe P., Thalamas C., Storey J. D., Brown P.O., Barsh G.S., Langin D. 2002. In vivo regulation of human skeletal muscle gene expression by thyroid hormone. *Genome Research*, 12: 281–291.
- Combes S., Dalle Zotte A. 2005. La viande de lapin: valeur nutritionnelle et particularités technologiques. Proceedings of 11emes Journées de la Recherche Cunicole. Paris, pp. 167–180.
- Coboru. 2007. Lista opisowa odmian. Słupia Wielka, Rośliny rolnicze, cz. 1.
- Cymbaluk N.F. 1990. Using canola meal in growing draft horse diets. *Equine Practice*, 12: 13–19.
- Dalle Zotte A., Szendro Z. 2011. The role of rabbit meat as functional food. *Meat Science*, 88: 319–331.

- D'Ambola J.B., Aeberhardt E., Trang N., Gaffar S., Barrett C.T., Sherman M.P. 1991. Effect of dietary (n-3) fatty acids on in vivo pulmonary bacterial clearance by neonatal rabbits. *Journal of Nutrition*, 121 (8): 1262–1269.
- Dänicke S., Ahrens P., Strobel E., Brettschneider J., Wicke M. 2004. Effects of feeding rapeseed to fattening rabbits on performance, thyroid hormone status, fatty acid composition of meat and other meat quality traits. *Archiv Für Geflügelkunde*, 68: 15–24.
- Das M.M., Singhal K.K. 2005. Effect of feeding chemically treated mustard cake on growth, thyroid and liver function and carcass characteristics in kids. *Small Ruminant Research*, 56: 31–38.
- De Lorgeril M., Renaud S., Mamelle N., Salen P., Martin J-L., Monjaud I., Guidollet J., Touboul P., Delaye J. 1994. Mediterranean alpha-linolenic acid rich diet in secondary prevention of coronary heart disease. *The Lancet*, 343: 1454–1459.
- DeFraain J.M., Hippen A.R., Kalscheur K.F., Jardon P.W. 2004. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. *Journal of Dairy Science*, 87: 4195–4206.
- Della Casa G., Bochicchio D., Faeti V., Marchetto G., Poletti E., Rossi A., Garavaldi A., Panciroli A., Brogna N. 2009. Use of pure glycerol in fattening heavy pigs. *Meat Science*, 81: 238–244.
- Dembiński F. 1955. *Rzepak i rzepik*. PWRiL, Warszawa.
- Dembiński F. 1983. *Jak uprawiać rzepak i rzepik*. PWRiL, Warszawa.
- Dmoch J. 1996. Uwagi na temat ochrony rzepaku przed szkodnikami. *Postępy Nauk Rolniczych*, ss. 90–97.
- Donkin S.S., Koser S.L., White H.M., Doane P.H., Cecava M.J. 2009. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 92 (10): 5111–5119.
- Doroszewski P., Podkówka W., Szterk P., Podkówka Z. 1997. Wyniki tuczu i oceny poubojowej świń żywionych mieszankami zawierającymi wyciąki rzepakowe. *Materiały Konferencji Naukowej: Współczesne zasady żywienia świń (2)*, Jabłonna, ss. 196–199.
- Downey R.K., Rakow G.F.W. 1987. Rapeseed and Mustard. In: *Principles of Cultivar Development*. Walter R. Fehr (ed.), 2: 437–479.
- Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/28/WE z dnia 23 kwietnia 2009 roku w sprawie promowania stosowania energii ze źródeł odnawialnych.
- Dziedzic W.R., Ewart K.V. 2004. Control of glycerol production by rainbow smelt (*Osmerus mordax*) to provide freeze resistance and allow foraging at low winter temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*, 139: 347–357.
- Dżugan M. 2007. Znaczenie warzyw kapustnych w profilaktyce nowotworów. *Zdrowie Publiczne*, 117: 397–401.
- El-Medany Sh.A., El-Reffaei W.H.M. 2015. Evaluation canola meal on growing rabbits; nutritionally and on their nutritional meat quality. *Journal of Food and Nutrition Research*, 3 (4): 220–234.
- Faber A., Jarosz Z., Borek R., Borzęcka-Walker M., Syp A., Pudełko R. 2011. Poziom emisji gazów cieplarnianych (CO₂, N₂O i CH₄) dla upraw pszenicy, pszenżyta, kukurydzy i żyta przeznaczonych do produkcji bioetanolu oraz upraw rzepaku przeznaczonych do produkcji biodiesla. *Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa Państwowy Instytut Badawczy, Puławy*, ss. 1–41.

- Fahey J.W., Zalcmann A.T., Talalay P. 2001. The chemical diversity and distribution of glucosinolates and isothiocyanates among plants. *Phytochemistry*, 56: 5–51.
- Fenwick G.R., Heaney R.K., Mason R. 1989. Glucosinolates. In: Cheeke P.R. (ed.), *Toxicants of Plant Origin*, vol. II. Glycosides. CRC Press, pp. 1–42.
- Flachowsky G., Richter G.H., Wendemuth W., Möckel P., Graf H., Jahreis G., Lübke F. 1994. Einfluss von Rapssamen in der Mastderenaährung auf Fettsäuremuster, Vitamin-E-Gehalt und oxidative Stabilität des Körperfettes, *Zeitschrift für Ernährungswissenschaft*, 33: 227–285.
- Frankiewicz A., Bestyńska A., Buczyński A., Czyżak-Runowska G., Antosik P. 2006. Wpływ stosowania wyłoku rzepakowego w mieszankach na wyniki produkcyjne u warchlaków. *Materiały III Międzynarodowej Konferencji: Zastosowanie osiągnięć naukowych z zakresu genetyki, rozrodu, żywienia oraz jakości tusz i mięsa w nowoczesnej produkcji świń*. Wydawnictwo Uczelniane ATR Bydgoszcz, s. 135.
- Fricke Ch.B., Schröder M., Poulsen M., von Bergmann K., Wester I., Knudsen I., Mortensen A., Lütjohann D. 2007. Increased plant sterol and stanol levels in brain of Watanabe rabbits fed rapeseed oil derived plant sterol or stanol esters. *The British Journal of Nutrition*, 98 (5): 890–899.
- Gaca J. 2002. Environmental aspects of production of biofuels. 3 International Conference Oil Pollution. Gdańsk, 08.02.2002.
- Gasmi-Boubaker A., Abdouli H., El Hichi M., Faiza K., Tayachi L. 2007. Feeding rapeseed meal to rabbits: digestibility, performance and carcass characteristics. *Asian Journal of Animal and Veterinary Advances*, 2 (1): 38–41.
- Gebauer S.K., Psota T.L., Harris W.S., Kris-Etherton P.M. 2006. n-3 fatty acid dietary recommendations and food sources to achieve essentiality and cardiovascular benefits. *American Journal of Clinical Nutrition*, 83 (6 suppl): 1526–1535.
- Gešiorek E., Fronia J., Firuta P., Podgórski W. 2007. Makuch rzepakowy jako substrat do biosyntezy kwasu szczawiowego metodą Solid State. *Acta Scientiarum Polonorum, Biotechnologia*, 6 (3): 27–32.
- Gigaud V., Combes S. 2008. The effect of decreasing the omega6/omega3 ratio in feed on fatty acid content of rabbit meat to meet human dietary recommendations. *Proc. 9th World Rabbit Congress, Meat Quality and Safety*, pp. 1353–1357.
- Gogol P., Wierzchoś-Hilczer A. 2015. Kriokonserwacja nasienia tryków i kozłów – możliwości wykorzystania metody w programach zachowania bioróżnorodności. *Wiadomości Zootechniczne, R. LIII*, 3: 118–122.
- Gowda S.K., Sastry V.R.B., Katiyar R.C., Agrawal D.K. 1997. Wool traits in Angora rabbits fed different vegetable protein supplemented diets. *Indian Journal of Veterinary Research*, 6 (1): 24–30.
- Grabiec B., Krzymański J. 1984. Badania nad wykorzystaniem zjawiska heterozji w hodowli rzepaku ozimego w Polsce. *Wyniki Badań nad Rzepakiem Ozimym*, ss. 65–73.
- Grela E., Skomiał J. 2014. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz dla świń. *Normy żywienia świń*. Instytut Fizjologii i Żywienia PAN w Jabłoncej.
- Gugolek A., Lorek M.O., Minakowski D., Lasikowska M. 1997. Strawność składników pokarmowych i retencja azotu u nerek żywionych dietą z dodatkiem makuchu z dyni i oleju rzepakowego. *Acta Academiae Agriculturae Ac Technicae Olstenensis, Zootechnica*, 47: 49–56.
- Gugolek A., Kowalska D., Konstantynowicz M., Strychalski J., Bukowska B. 2011. Performance indicators, health status and coccidial infection rates in rabbits fed

- diets supplemented with white mustard meal. *Annals of Animal Science*, 11 (3): 425–432.
- Gugolek A., Juskiewicz J., Wyczling P., Kowalska D., Strychalski J., Konstantynowicz M., Zwoliński C. 2015. Productivity results and physiological response of the gastrointestinal tract of rabbits fed diets containing rapeseed cake and wheat distillers dried grains with solubles. *Animal Production Science*, 55 (6): 777–785.
- Hanczakowska E., Świątkiewicz M. 2008. Rapeseed press cake in fattening of pigs. *Journal Central European Agriculture Book of Abstracts. III International Symposium: Safe food plant production, animal production, management. Bydgoszcz, 18-20 September 2008*, pp. 98–99.
- Hanczakowska E., Świątkiewicz M., Węglarzy K. 2011. Wykorzystanie produktów ubocznych produkcji biopaliw: makuchu rzepakowego i glicerolu w żywieniu prosiąt. *Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu, Biologia i Hodowla Zwierząt*, LXII, 580: 199–206.
- Hanczakowski P. 2003. Fizjologiczne działanie kwasów tłuszczowych. *Wiadomości Zootechniczne*, R.XLI, 3-4: 3–6.
- Heimann S. 2005. Zasady oceny odmian i ich wartość gospodarcza. Rozdział w: *Technologia produkcji rzepaku*. Wydawnictwo Wieś Jutra, Warszawa, ss. 62–67.
- Henriksen P., Hillemann G., Mortensen K., Sørensen H. 1987. Requirements to the quality of oilseed rape which can be used without problems in diets to mink (*Mustela vison* Scrb.). *Proceedings of the 7th International Rapeseed Congress, Poznań, Poland, V, vol. 7.1: 1817–1824*.
- Herman W. 1974. *Hodowla królików*. Państwowe Wydawnictwa Rolnicze i Leśne. Warszawa.
- Homberg E., Bielefeld B. 1989. Sterinzusammensetzung und Steringehalt in 41 verschiedenen pflanzlichen und tierischen Fetten. *Fat Science Technology*, 91, p. 23.
- Hooper L., Thompson R.L., Harrison R.A., Summerbell C.D., Ness A.R., Moore H.J., Worthington H.V., Durrington P.N., Higgins J.P.T., Capps N.E., Riemersma R.A., Ebrahim S.B.J., Smith G.D. 2006. Risks and benefits of omega 3 fats for mortality, cardiovascular disease, and cancer: systematic review. *British Medical Journal*, 332: 752–760.
- Huang M.T., Ferraro T., Ho C-T. 1994. Cancer chemoprevention by phytochemical in fruits and vegetables. An overview. In: *Food Phytochemicals for Cancer Prevention I. Fruits and Vegetables*. Huang M.T., Osawa T., Ho C-T., Rosen R.T. (eds). Washington, DC, American Chemical Society, pp. 2–16.
- Ibrahim Sh.A.M., Omer H. A.A., Abedo A.A., Ali F.A.F. 2012. Response of Growing Rabbits to Diets Containing Different Levels of Protein and Mustard Seeds (*Sinapis alba* L.). *Journal of Agricultural Science*, 4 (1): 190–201.
- Iñigo M.A., De Blas J.C., Cachaldora P., García-Rebollar P. 2011. Effect of starch substitution with crude glycerol on growing rabbit and lactating doe performance. *World Rabbit Science*, 19: 67–74.
- Jankowski K. 1998. Skutki uszkodzeń owadzich rzepaku w różnych warunkach odżywiania azotem. Artykuł przeglądowy. *Fragmenta Agronomica*, XV (1): 40–52.
- Jankowski J., Juśkiewicz J., Gulewicz K., Lecewicz A., Słomiński B., Zduńczyk Z. 2009. The effect of diets containing soybean meal, soybean protein concentrate, and soybean protein isolate of different oligosaccharide content on growth performance and gut function of young turkeys. *Poultry Science*, 88: 2132–2140.

- Jelińska M. 2005. Kwasy tłuszczowe – czynniki modyfikujące procesy nowotworowe. *Biuletyn Wydziału Farmaceutycznego, AMW*, 1: 1–13.
- Jeroch H., Christ B., Lange K., 2006. Influence of rapeseed oil on the fat content of carcass and the fat acid profile of the carcass fat in rabbits. *Veterinarija ir Zootechnika* 35 (57): 58–61.
- Jeroch H., Jankowski J., Lipiec A., Kozłowski K., Matusevičius P., Mikołajczak J., Schöne F. 2013. Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt. Wydawnictwo UWM Olsztyn.
- Kalembasa S., Adamiak E. 2010. Określenie składu chemicznego makuchu rzepakowego. *Acta Agrophysica*, 15 (2): 323–332.
- Kamal-Eldin A., Andersson R. 1997. A multivariate study of the correlation between tocopherol content and fatty acid composition in vegetable oils. *Journal of American Oil Chemists' Society*. 74 (4): 375–380.
- Karłowicz-Badalska K., Bodalski T. 2007. Nienasycone kwasy tłuszczowe, ich właściwości biologiczne i znaczenie w lecznictwie. *Borgis – Postępy Fitoterapii*, 1: 46–56.
- Keller Th., Kracht W., Danicke S., Jeroch H. 1996. A note on the chemical composition of rape seed hulls and their feeding value for ruminants. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 5: 127–134.
- Kempczyński L. 2015. Jeśli nie rzepak to co? *Oil Express. Polskie Stowarzyszenie Producentów Oleju*, 30 (II): 1–3.
- Kerr B.J., Honeyman M., Lammers P., Hoyer S. 2007. Feeding bioenergy coproducts to swine. Crude glycerol. Iowa State University Extension. IPIC 11b. http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC_11b.pdf.
- Khalili H., Varvikko T., Toivonen V., Hissa K., Suvitie M. 1997. The effects of added glycerol or unprotected free fatty acids or a combination of the two on silage intake, milk production, rumen fermentation and diet digestibility in cows given grass silage based diets. *Agricultural and Food Science*, 6: 349–362.
- Khan R.A., Asad T., Feroz Z. Ahmed M. 2015. In vivo examination of the anticoagulant effect of the brassica oleracea methanol extract. *Archives of Biological Science, Belgrade*, 67 (2): 631–638.
- Kijora C., Bergner H., Kupsch R.D., Hagemann L. 1995. Glycerol as a feed component in fattening pigs. *Archiv Fur Tierernahrung*, 47 (4): 345–360.
- Klinger A.C.K., Capitanio J.R., Toledo G.S.P., Silva L.P., Santana P.P., Chimański M., Rodrigues M.O., Galarreta B. 2015. Chemical composition of glycerin produced by biodiesel plants in Brazil and potential use in animal feed. *Archivos de Zootecnia*, 64 (248): 373–376.
- Kobylarz P. 2013. Wpływ rodzaju tłuszczu w diecie na skład chemiczny i walory sensoryczne mięsa królików. Praca doktorska. Instytut Zootechniki Państwowy Instytut Badawczy, ss. 1–108.
- Kodeks Dobrej Praktyki Rolniczej. 2004. Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi, Ministerstwo Środowiska. ISBN 83-88010-58-1.
- Kopański R. 1990. Racjonalny chów królików Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, Warszawa, ss. 1–257.
- Koreleski J., Świątkiewicz S. 2005. Effect of Fish oil and vitamin E in the diet on the fatty acid composition of Brest meat in broiler chickens. *Journal Animal Feed Science*, 14 (S) 1: 459–462.
- Koreleski J., Świątkiewicz S. 2006. Wartość pokarmowa i wykorzystanie produktów ubocznych z biopaliw w żywieniu drobiu. *Wiadomości Zootechniczne*, 3 (250): 29–37.

- Koreleski J., Świątkiewicz S. 2009. Śruta i makuch rzepakowy w żywieniu drobiu. W: Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt. Wydawnictwo PSPO, Warszawa, t. IV: 27–34.
- Kotowski W., Lucke B., Tietze B., Petrach A. 1994. Reestryfikacja i fluidalny kraking katalityczny oleju rzepakowego. *Przemysł Chemiczny*, 128 (4): 128–131.
- Kowalska D. 2006. Effect of essential unsaturated fatty acids in linseed oil on the cholesterol content and fatty acid profile of rabbit meat lipids. *Polish Journal of Natural Science*, 1, Suppl. 3: 635–641.
- Kowalska D. 2008. Effect of dietary supplementation with rapeseed and fish oil mixture and antioxidant on rabbit meat quality. *Proceedings of 9th World Rabbit Congress*, June 10-13.2008, Verona, Italy.
- Kowalska D. 2009. Określenie wartości pokarmowej makuchu rzepakowego w żywieniu królików różnych ras. *Roczniki Naukowe Zootechniki. Monografie i Rozprawy*. z. 41, ISBN 978-83-7607-098-8, ss. 1–73.
- Kowalska D. 2013a. Historia udomowienia dzikiego królika. *Wiadomości Zootechniczne*, 1: 41–50.
- Kowalska D. 2013b. Wykorzystanie w żywieniu królików produktów ubocznych powstających przy produkcji biopaliw. *Przegląd Hodowlany*, 4: 17–21.
- Kowalska D. 2015a. Historia spożycia mięsa króliczego w Polsce. *Wiadomości Zootechniczne*, 3: 45–49.
- Kowalska D. 2015b. Właściwości fizykochemiczne mięsa królików żywionych mieszankami paszowymi natłuszczanymi olejem rzepakowym przy różnym poziomie witaminy E, w zależności od metody pakowania i przechowywania. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 11 (1): 61–73.
- Kowalska D., Bielański P. 2004. Effect of supplemental dietary fat for rabbits on milk composition and rearing performance of young rabbits. *Proceedings of 8th World Rabbit Congress*, September 7-10.2004, Puebla, Mexico.
- Kowalska D., Bielański P. 2006. Effect of supplemental dietary fat on milk composition. *Sci. Mess. Lviv National Academy of Veterinary Medicine*, 8, 2: 242–246.
- Kowalska D., Piórkowska M. 2006. Effect of increased mineral, vitamin and rapeseed oil supplements on the composition of higher fatty acids in the lipid fraction of rabbit milk and reproductive performance of does. *Polish Journal of Natural Science. Supplement*, 03: 635–641.
- Kowalska D., Bielański P. 2007. Wpływ dodatku oleju rzepakowego i przeciwutleniacza w dawkach pokarmowych na jakość mięsa króliczego. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 3 (4): 317–323.
- Kowalska D., Bielański P., Pietras M. 2007. Effect of dietary rapeseed oil and antioxidant supplements on rabbit meat quality. *International Scientific Conference: Scientific Achievements and the Breeding Practice*, AR Kraków, 18.09.2007, s. 53.
- Kowalska D., Bielański P., Mikosz P.M. 2010. Prozdrowotne walory mięsa króliczego. Kraków, Wydawnictwo Zagroda J.S. Roszkowscy, ss. 1–100.
- Kowalska D., Bielański P. 2011a. Study on the possibility of using the native Popielno White rabbit breed in commercial farming. *Annals of Animal Science*, 11 (2): 307–320.
- Kowalska D., Bielański P. 2011b. Zastosowanie pasz rzepakowych w żywieniu królików i ich wpływ na jakość mięsa. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 7 (2): 53–63.

- Kowalska D., Gugolek A., Bielański P. 2011. Effect of stress on rabbit meat quality. *Annals of Animal Science*, 11 (3): 465–475.
- Kowalska D., Połtowicz K., Bielański P., Niedbała P., Kobylarz P. 2012. Porównanie jakości mięsa królików, nutrii i kurecząt. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 29 (2): 237–248.
- Kowalska D., Gugolek A., Bielański P. 2014. Zależność między otluszczeniem tuszy a zawartością tłuszczu śródmięśniowego i profilem kwasów tłuszczowych w mięsie królików. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 2 (93): 58–72.
- Kowalska D., Kobylarz P. 2014. Zawartość kwasów tłuszczowych i witaminy E w mięśniu najdłuższym grzbietu królików żywionych mieszankami paszowymi natłuszczanymi olejem rybnym przy różnym poziomie witaminy E. *Króliki*, 1: 31–40.
- Kowalska D., Piechocka K. 2014. Wpływ tempa wzrostu na otluszczenie tuszy oraz profil kwasów tłuszczowych w mięsie i tłuszczu królików. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego*, 10 (3): 49–59.
- Kowalska D., Gugolek A., Kobylarz P. 2015. Wpływ metody pakowania i przechowywania na właściwości fizykochemiczne mięsa królików żywionych mieszankami paszowymi wzbogaconymi olejem rybnym i witaminą E. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (98): 58–74.
- Kozłowska H., Nowak H., Zadernowski R. 1988. Rapeseed Hulls Fat Characteristics. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 90 (6): 207–246.
- Kracht W., Jeroch H., Keller T., Matzke W., Dänicke S., Kluge H., Keller K., Böttcher W., Hennig U., Schumann W., Matthäus B., Köhler T., Deicke H.D. 1998. Nutritional value of meal from hulled rapeseeds for fattening pigs, piglets, broilers and laying hens (in German). *UFOP-Schriften*, 10: 9–74.
- Krasucki W., Tys J., Grela E., Szafran K. 2001. Skład chemiczny nasion rzepaku przechowywanego w warunkach symulujących silosy przemysłowe. *Rośliny Oleiste*, XXII: 247–257.
- Krasucki W., Grela E. 2004. Zastosowanie poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu zwierząt gospodarskich. Instrukcja wdrożeniowa, IZZ, AR Lublin, ss. 1–19.
- Krichevsky D. 2000. Animutagenic and some other effects of conjugated linoleic acid. *British Journal Nutrition*, 83: 459–465.
- Krzymański J. 1970. Genetyczne możliwości ulepszenia składu chemicznego nasion rzepaku ozimego. *Hodowla Roślin Aklimatyzacja i Nasiennictwo*, 14: 95–133.
- Krzymański J. 1986. Wartość użytkowa oleju i śruty z rzepaku podwójnie uszlachetnionego. Cz. I Wartość oleju z rzepaku niskoerukowego i podwójnie ulepszonego, Radzików.
- Krzymański J. 1997. Agronomy of Brassicas. Proceedings of the International Symposium on Brassicas. 23-27 September, Rennes, France. *Acta Horticulturae*, 459: 55–60.
- Krzymański J. 2000. Perspektywy badań nad rzepakiem i jego hodowlą. *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXI (1): 7–14.
- Kunachowicz H., Nadolna I., Przygoda B., Iwanow K. 2005. Tabele składu i wartości odżywczej żywności. PZW, Warszawa.
- Kwiatkowska E. 2007. Właściwości zdrowotne oliwy z oliwek. *Postępy Fitoterapii*, 3: 168–171.
- Kyriazakis Y., Emmans G.C. 1993. The effect of protein source on the diet selected by pigs given choice between a low and high protein food. *Physiology & Behavior*, 53: 683–688.

- Lammers P.J., Kerr B.J., Weber T.E., Bregendahl K., Lonergan S.M., Prusa K.J., Ahn D.U., Stoffregen W.C., Dozier W.A., Honeyman M.S. 2008. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin-supplemented diets. *Journal of Animal Science*, 86 (11): 2962–2970.
- Lebas, F., Colin M. 1977. Utilization of rapeseed oil meal in growing rabbit feeding. Effect of dehulling. *Annales De Zootechnie*, 26: 93–97.
- Lebas F., Seroux M., Franck Y. 1981. Utilisation de pellicules de colza dans l'alimentation du lapin en croissance. I. – Performances d'engraissement. *Annales De Zootechnie*, 30 (3): 313–323.
- Lefort-Buson M., Datteé Y. 1982. Genetic study of some agronomic characters in winter oilseed rape (*Brassica napus* L.) I. Heterosis. *Agronomie*, 2 (4): 315–322.
- Lefort-Buson M., Datteé Y. 1983. L'hétérosis chez le colza oleagineux (*Brassica napus* L.). Proc. 6th Int. Rapeseed Conference, 17-19 May, Paris, France, 1: 558–564.
- Lefort-Buson M., Datteé Y. 1985. Etude de l'hétérosis chez le colza oleagineux d'hiver (*Brassica napus* L.). II. Structure genetique d'une population de lignés. *Agronomie*, 5 (3): 201–208.
- Leszczyński J., Kasprów R., Gorzeliński M., Surman T., Wojtaszczyk T. 2007. Analiza sytuacji na polskim rynku paliwowym. Bezpieczeństwo energetyczne, infrastruktura magazynowo-przesyłowa oraz dywersyfikacja dostaw ropy naftowej ze źródeł nierosyjskich. *Biopaliwa – szanse i zagrożenia*. Warszawa.
- Lewczuk A., Janiszewska M., Michalik D., Szeremeta J. 2000. Wartość odżywcza mięsa królików w porównaniu z mięsem kurcząt, kaczek i gęsi. *Biuletyn Naukowy UWM Olsztyn*, 8: 143–144.
- Lim C., Beames R.M., Eales J.G., Prendergast A.F., McLeese J.M., Shearer K.D., Higgs D.A. 1997. Nutritive values of low and high fibre canola meals for shrimp. *Aquaculture Nutrition*, 3: 269–279.
- Lim C., Klesius P.H., Higgs D.A. 1998. Substitution of canola meal for soybean meal in diets for channel catfish. *Ictalurus punctatus*. *Journal of the World Aquaculture Society*, 29: 161–168.
- Lin M.H., Romsos D.R., Leveille G.A. 1976. Effect of glycerol on lipogenic enzyme activities and on fatty acid synthesis in the rat and chicken. *Journal of Nutrition*, 106: 1668–1677.
- Lin D.S., Connor W.E., Spenler Ch.W. 1993. Are dietary saturated, monounsaturated, and polyunsaturated fatty acids deposited to the same extent in adipose tissue of rabbits? *American Journal of Clinical Nutrition*, 58: 174–179.
- Lipiński K., Tywończuk J. 1997. Wpływ dodatku preparatu enzymatycznego Energex do mieszanek z dużym udziałem makuchu rzepakowego na efekty tuczu oraz wartość rzeźną świń. *Mat. konf. nauk.: Współczesne zasady żywienia świń*, (2) Jabłonna, 3-4.06.1997.
- Lorek M. O., Gugolek A. 1998. Effect of rape oil and marrow oil cake on selected production characters of mink. *Natural Science*, 1: 81–89.
- Lorek M. O., Gugolek A., Rotkiewicz T., Podbielski M. 1999. Pelleted feed for arctic fox. *Czech Journal of Animal Science*, 11: 503–507.
- Łabędzka S. 1990. Niektóre właściwości fizykochemiczne mięsa królików. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 17: 53–62.
- Łapa P. 2005. Charakterystyka wskaźników jakości mięsa królików rasy nowozelandzkiej białej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. Praca magisterska, WHiBZ UR Kraków.

- Maenz D.D. 2007. Canola protein concentrate for use as a high-valued animal feed ingredient. Proceeding of the 12th international Rapeseed Congress Wuhan, China, ss. 274–276.
- Maia M.O., Susin I., Ferreira E.M., Nolli C.P., Gentil R.S, Pires A.V., Mourão G.B. 2012. Intake, nutrient apparent digestibility and ruminal constituents of sheep fed diets with canola, sunflower or castor oils. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (11): 2350–2356.
- Maj D., Bieniek J., Łapa P. 2008. Jakość mięsa królików rasy białej nowozelandzkiej i kalifornijskiej oraz ich mieszańców. *Medycyna Weterynaryjna*, 64 (3): 351–353.
- Maj D., Bieniek J., Bekas Z. 2012. Wpływ wieku i płci królików na wskaźniki jakości ich mięsa. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 1 (80): 142–153.
- Marounek M., Skrivanova V., Dokoupilova A., Czauderna M., Berladyn A. 2007. Meat quality and tissue fatty acid profiles in rabbits fed diets supplemented with conjugated linoleic acid. *Veterinarni Medicina*, 52 (12): 552–561.
- Masters D.G., Mata G. 1996. Responses to feeding canola meal or lupin seed to pregnant, lactating, and dry ewes. *Australian Journal of Agricultural Research*, 47 (8): 1291–1303.
- Matusevičius P., Zduńczyk Z., Juśkiewicz J., Jeroch H. 2014. Rapeseed meal as a partial replacement for sunflower meal in diets for growing rabbits – gastrointestinal tract response and growth performance. *European Poultry Science*, 78, DOI: 10.1399/eps.2014.18.
- McNaughton S.A., Marks G.C. 2003. Development of a food composition database for the estimation of dietary intakes for glucosinolates, the biologically active constituents of cruciferous vegetables. *British Journal of Nutrition*, 90: 687–697.
- McNitt J.I., Lukefahr S.D., Cheeke P.R., Patton N.M. 2013. *Rabbit Production 9th Edition*. CABI. London.
- Mézes M. 2008. Mycotoxins and other contaminants in rabbit feeds. *Nutrition and Digestive Physiology, 9th World Rabbit Congress – June 10-13, 2008 – Verona–Italy*.
- Mikkelsen M.D., Petersen B.L., Olsen C.E., Halkier B.A. 2002. Biosynthesis and metabolic engineering of glucosinolates. *Review Article. Amino Acids*, 22: 279–295.
- Mikulioniene S., Schöne F., Jeroch H., Kusaite B. 2006. Chemical analysis of rape seed and some of their products. *Veterinarja ir Zootechnika*, 36: 60–63.
- Miśta D., Rzaśa A., Szymańko T., Zawadzki W., Styczyńska M., Pintał A., Króliczewska B. 2012. The effect of humic-fatty acid preparation on production parameters and meat quality of growing rabbits. *Annals of Animal Science*, 12 (1): 117–126.
- Mitarau B.N., Blair R., Reichert R.D., Roe W.E. 1984. Dark and Yellow Rapeseed Hulls, Soybean Hulls and Purified Fiber Source: Their Effects on Dry Matter, Energy, Protein and Amino Acid Digestibilities in Cannulated Pigs. *Journal of Animal Science*, 59: 1510–1518.
- Mitaru B.N., Blair R., Bell J.M., Reichert R.D. 1982. Tannin and fiber contents of rapeseed and canola hulls. *Canadian Journal of Animal Science*, 62 (2): 661–663.
- Mrówczyński M., Pruszyński S. 2008. *Integrowana produkcja rzepaku jarego i ozimego*. Instytut Ochrony Roślin, Poznań, ss. 1–106.
- Murawa D. 1990. Badania nad wpływem herbicydów i niektórych czynników agrotechnicznych na plonowanie i skład chemiczny nasion rzepaku ozimego. *Acta Academiae Agriculturae Technicae Olstenensis, Agricultura* 50, suppl. B, ss. 3–59.
- Murphy Denis J. 1994. *Designer Oil Crops*. VCH Verlagsgesellschaft – Weinheim, VCH Publisher Inc. New York: 27-36.

- Newton J.S. 1996. Long chain fatty acids in health and nutrition. *Journal Food Lipids*, 31 (3): 233–249.
- Niedźwiadek S. 1984. *Zasady hodowli królików*. Warszawa: Państwowe Wydawnictwo Rolnicze i Leśne, ss. 1–231.
- Niewiadomski H. 1990. Rapeseed. Chemistry and technology. Elsevier Science Publisher B.V., Amsterdam, pp. 60–65.
- Niwińska B., Osieglowski S., Strzetelski P. 2001. Cakes from yellow- or dark-seeded rapeseed in diets for calves. *Annals of Animal Science*, 1 (2): 89–97.
- Nowicki S., Przysiecki P., Filistowicz A., Potkański A., Filistowicz A., Wójtowski J. 2014. The Effect of Different Fat Sources in the Diet on the Composition of Adipose Tissue in Arctic Foxes (*Alopex lagopus* L.). *Folia Biologica (Kraków)*, 62 (2): 127–133.
- Nowicki S., Przysiecki P., Filistowicz A., Nawrocki Z., Potkański A., Filistowicz A. 2013. Effect of animal and plant fat addition in the ration on growth rate and pelt quality of polar foxes. *Nauka Przyroda Technologie*, 7 (60): 1–11.
- Nutrition of the rabbit, 2nd edition. Red. De Blas C., Wiseman J. 2010. CAB International, London.
- Ochodzki P., Piotrowska A. 1997. Zmienność składu chemicznego odtłuszczonych nasion rzepaku o niskiej zawartości włókna. *Rośliny Oleiste*, XX (2): 511–523.
- Oleszek W. 1995. Glukozynolany – występowanie i znaczenie ekologiczne. *Wiadomości Botaniczne*, 39 (1/2): 49–58.
- Osek M., Krasucka Z., Wasilowski Z. 1999. Wskaźniki przeżyciowe i poubojowe tuczników żywionych mieszankami z różnym udziałem wytłoku rzepakowego. *Rośliny Oleiste*, XX: 539–549.
- Papadomichelakis G., Zoidis E., Mountzouris K., Lippas T., Fegeros K. 2010. Effects of dietary glycerol on glycerol kinase gene expression and gut microbiota in growing piglets. EAAP-60th Annual Meeting, Crete, Greece, Abstract No 7573.
- Partridge G.G., Allan S.J., Findley M. 1985. Studies on the nutritive value of roots, cabbage and grass silage for growing commercial rabbits. *Animal Feed Science and Technology*, 13 (3): 299–311.
- Pastuszevska B., Raj S. 2003. Śruta rzepakowa jako pasza białkowa i energetyczna – ograniczenia i perspektywy – *Rośliny Oleiste – Oilseed Crops*, XXIV/2: 525–536.
- Pasupathi K. 2015. Digestibility of Rabbits on Feeding of Cabbage waste. *International Journal of Science, Engineering and Technology Research (IJSETR)*, 4 (1): 50–52.
- Patyra E., Kwiatek K. 2015. Glukozynolany – składniki antyżywniowe pasz. *Życie Weterynaryjne, Higiena żywności i pasz*, 90 (10): 674–677.
- Pietruszyński Z. 1949. *Uprawa rzepaku i rzepiku*. Warszawa CZPT. Roczniki Statystyczne GUS.
- Piotrowska A., Krótka K., Krzymański J. 2000. Wartość gospodarcza żółtonasiennych linii rzepaku ozimego. *Rośliny Oleiste*, XXI: 359–368.
- Pla M., Pascual M., Arino B. 2004. Protein, fat and moisture content of retail cuts of rabbit meat evaluated with the NIRS methodology. *World Rabbit Science*, 2 (12): 149–158.
- Plątek T., Węgrowski J., Krygier K. 1997. Wpływ procesów rafinacyjnych na stabilność oleju rzepakowego. Cz. I. Charakterystyka surowców. *Tłuszcze jadalne*, 32 (1): 3–24.
- Podlaska J., Markus J., Dmoch J., Łoboda T., Pietkiewicz T., Lewandowski M. 1996. Kompensacja uszkodzeń powodowanych przez słodyszka (*Meligethes aeneus* F.) na rzepaku ozimym przy różnej obsadzie i nawożeniu. I. Niektóre cechy morfologiczne. *Rośliny Oleiste*, XVII (2): 311–318.

- Powszechny Spis Rolny. 2010.
- Prasad R., Sankhyan S.K., Karim S.A. 1998. Growth performance of broiler rabbits fed on diets containing various types of protein supplements. *Indian Journal of Animal Production and Management*, 14: 227–230.
- Radomski J., Jasnowska J. 1980. Botanika. Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa.
- Radziemska E., Lewandowski W., Szukalska E., Tynek M., Pustelnik A., Ciunel K. 2009. Biopaliwa z rzepaku. Przygotowanie surowca do otrzymywania biodiesla w warunkach gospodarstwa rolnego oraz pilotowe metanolizy. *Chemia Dydaktyka Ekologia Metrologia*, 14 (1-2): 79–84.
- Rajský D., Forejtek P., Hanzal V., Janiszewski P. 2014. Atlas patologii dzikich zwierząt. Oficyna Wydawnicza Oikos, Warszawa.
- Ramos M.A., Fernández C. M., Casas A., Rodrigex L., Perez A. 2009. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. *Bioresource Technology*, 100: 261–268.
- Retore M., Scapinello C., Murakami A.E., Araujo I.G., Ponciano Neto B., Santos Felssner K., Sato J., Galuci Oliveira A.F. 2012a. Nutritional evaluation of vegetable and mixed crude glycerin in the diet of growing rabbits. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 41 (2): 333–340.
- Retore M., Scapinello C., Moreira I., Araujo I.G., Ponciano Neto B., Stanquevis C.E., Oliveira A.F.G. 2012b. Vegetal and mixed semipurified glycerin in the feeding of growing rabbits. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinaria e Zootecnia*, 64 (6): 1723–1731.
- Rocznik Statystyczny Przemysłu. 2012. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Rodríguez D.A., Sulabo R.C., González-Vega J.C., Stein H.H. 2013. Energy concentration and phosphorus digestibility in canola, cottonseed, and sunflower products fed to growing pigs. *Canadian Journal of Animal Science*, 93 (4): 493–503.
- Rosebrough R.W., Geis E.G., Henderson K., Frobish L.T. 1978. Effect of dietary energy on hepatic glycogen metabolism in the turkey hen. *Poultry Science*, 57: 1652–1657.
- Rotkiewicz D., Zadernowski R. 1997. Obłuskiwanie nasion rzepaku. *Rośliny Oleiste*, 18: 492–504.
- Rudko T. 2011. Uprawa rzepaku ozimego. *Rzepak – Zasady uprawy – Zdrowa żywność*. Instytut Agrofizyki im. Bohdana Dobrzańskiego PAN w Lublinie, ss. 1–78.
- Rutkowski A. 1987. Poland's share in the world rapeseed production. *Proceedings of 7th International Rapeseed Congress 11-14 May 1987, Poznań*, 1: 14–18.
- Rutkowski A., Potkański A. 1995. Poprawa wykorzystania fosforu fitynowego z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej poprzez zastosowanie fitazy w badaniach na kurczętach. *Rośliny Oleiste*, 16: 369–374.
- Rzepiński W. 2009. Koncepcja zagospodarowania produktów ubocznych i zanieczyszczeń powstających przy przerobieniu nasion rzepaku. *Problemy Inżynierii Rolniczej*, 1: 145–151.
- Scapinello C., Lage L.V., Prado I.N. 2001. Evaluation of the performance of female rabbits fed on canola meal in partial and total substitution of crude protein by soybean meal. *Acta Scientiarum Maringá*, 23 (4): 1029–1032.
- Schöne F., Tischendorf F., Leiterer M., Hartung H., Bargholz J. 2001. Effects of rapeseed-press cake glucosinolates and iodine on the performance, the thyroid gland and the liver vitamin A status of pigs. *Archiv für Tierernährung*, 55: 333–350.

- Schröder A., Südekum K.-H. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: New Horizons for an Old Crop. Proc. 10th Int. Rapeseed Congress, Canberra, Australia, 26–29.09.1999, p. 241.
- Schröder M., Fricke C., Pilegaard K., Poulsen M., Wester I., Lütjohann D., Mortensen A. 2009. Effect of rapeseed oil-derived plant sterol and stanol esters on atherosclerosis parameters in cholesterol-challenged heterozygous Watanabe heritable hyperlipidaemic rabbits. *British Journal of Nutrition*, 102 (12): 1740–1751.
- Schumacher J. 2007. Small scale biodiesel production an overview. *Agricultural Marketing Policy Paper*, p. 22.
- Schuster W., Michael J. 1976. Untersuchungen über Inzuchtdepressionen und Heterosiseffekte bei Raps (*Brassica napus oleifera*). *Zeitschrift für Pflanzenzüchtung* 77: 56–66.
- Sehwag S.S., Das M. 2015. A brief overview: Present status on utilization of mustard oil and cake. *Indian journal of traditional knowlege*, 14 (2): 244–250.
- Simon A., Bergner H., Schwabe M. 1996. Glycerol as a feed ingredient for broiler chickens. *Archiv für Tierernährung*, 49: 103–112.
- Simon A., Schwabe M., Bergner H. 1997. Glycerol supplementation in broiler rations with low crude protein content. *Archiv für Tierernährung*, 50: 271–282.
- Singh B., Negi S.S. 1987. Evaluation of peanut, mustard, linseed and cottonseed meals for wool production in Angora rabbits. *Journal of Applied Rabbit Research*, 10 (1): 30–34.
- Skřivanova V., Marounek M., Skřivan M., Knižek J. 2006. Effect of temperature on growth, feed efficiency and mortality of rabbits. *CIHEAM – Options Mediterraneennes*, 1: 43–45.
- Słomiński B.A. 1997. Developments in the breeding of low fibre rapeseed/canola. *Materiały konferencyjne: Włókno pokarmowe – skład chemiczny i biologiczne działanie*. Radzików, 24-25.06.1997, ss. 89–100.
- Słomiński B.A., Kienzle H.D., Ping J., Cambell L.D., Pickard M., Rakow G. 1999. Chemical composition and nutritive value of Canola-quality *Sinapis alba* mustard. Proc. 10th International Rapeseed Congress, 26-29.09.1999, Canberra, Australia, CD ROM.
- Smith W.H.M., Griffiths D.W., Boag B. 1991. Overwinter variation in glucosinolate content of green tissue of rape (*Brassica napus*) in response to grazing by wild rabbit (*Oryctolagus cuniculus*). *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 56: 511–521.
- Smulikowska S. 2002. Brązowe zabarwienie skorupy jaj ogranicza stosowanie pasz rzepakowych w żywieniu niosek. *Polskie Drobniarstwo*, 12: 18–19.
- Smulikowska S. 2004. Wartość pokarmowa i wykorzystanie wytlóków rzepakowych w żywieniu drobiu i świń. *Materiały konferencyjne: Wykorzystanie produktów pochodnych wytwarzania biopaliw w gospodarce paszowej i żywieniu zwierząt*. Wydawnictwo Instytutu Zootechniki, Kraków, ss. 15–23.
- Smulikowska S. 2006. Wartość odżywcza wytlóków rzepakowych produkowanych w kraju dla drobiu. *Wiadomości Zootechniczne*, 44 (3): 22–28.
- Smulikowska S., Mieczkowska A., Czerwiński J., Weremko D., Nguyen C.V. 2006. Effects of exogenous phytase in chickens fed diets with differently processed rapeseed expeller cakes. *Journal of Animal and Feed Sciences*, 15: 237–252.
- Sodhi Y.S., Mukhopadhyay A., Arumugam N., Verma J.K., Gupta V., Pental D., Pradhan A.K. 2002. Genetic analysis of total glucosinolate in crosses involving a high

- glucosinolate Indian varieties and a low glucosinolate line of *Brassica juncea*. *Plant Breeding*, 121: 508–511.
- Sosińska E., Obiedziński M.W. 2007. Badania nad bioaktywnymi glukozynolanami w wybranych odmianach warzyw krzyżowych techniką HPLC. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5 (54): 129–136.
- Spasibonek S., Mikołajczyk K., Bartkowiak-Broda I. 2011. Nowe typy rzepaku ozimego o ulepszonej jakości oleju – perspektywy i zastosowania. Konferencja naukowa: Nauka dla hodowli i nasiennictwa roślin uprawnych. Zakopane, 7-11.02.2011, s. 33.
- Spencer A., Hull D. 1984. The effect of over-feeding newborn rabbits on somatic and visceral growth, body composition and long-term growth potential. *British Journal of Nutrition*, 51 (3): 389–402.
- Spörndly E., Asberg T. 2006. Eating rate and preference of different concentrate components for cattle. *Journal of Dairy Science*, 89: 2188–2199.
- Stasiniewicz T., Strzetelski J., Kowalczyk J., Osieglowski S., Pustkowiak H. 2000. Performance and meat quality of fattening bulls fed complete feed with rapeseed oil cake or linseed. *Journal Animal Science*, 9: 283–296.
- Stefansson B.R., Hougen F.W., Downey R.K. 1961. Note on the isolation of rape plants with seed oil free from erucic acid. *Canadian Journal of Plant Science*, 42: 218–219.
- Strychalski J., Juśkiewicz J., Gugolek A., Wyczling P., Daszkiewicz T., Zwoliński C. 2014. Usability of rapeseed cake and wheat-dried distillers' grains with solubles in the feeding of growing Californian rabbits. *Archives of Animal Nutrition*, 68 (3): 227–244.
- Strychalski J., Brym P., Czarnik U., Gugolek A. 2015. A novel ATT-deletion mutation in the coding sequence of the BCO2 gene in yellow-fat rabbits. *Journal Applied Genetics*, 56: 535–537.
- Strychalski J., Gugolek A., Antoszkiewicz Z., Kowalska D., Konstantynowicz M. 2016. Biologically active compounds in selected tissues of white-fat and yellow-fat rabbits and their production performance parameters. *Livestock Science*, 183: 92–97.
- Strzetelski J. 2006. Możliwości wykorzystania w żywieniu bydła produktów ubocznych powstających przy głębokim tłoczeniu oleju z nasion roślin oleistych i produkcji bioetanolu. *Wiadomości Zootechniczne*, 3: 56–66.
- Strzetelski J. 2009. Pasze rzepakowe w żywieniu przeżuwaczy. W: *Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt*. Wydawnictwo PSPO, Warszawa, IV: 49–57.
- Strzetelski J.A., Osieglowski S., Bilik K., Lipiarska E. 1995. Koncentrat białkowy „Perhurt” jako komponent mieszanek treściwych i dawek pokarmowych dla bydła. „Perhurt” PPHU, Olejarnia Olszowo k. Kępna.
- Strzetelski J., Osieglowski S., Jurkiewicz A. 2001a. Wpływ postaci fizycznej mieszanki treściwej i wycłoczyn z żółtych lub ciemnych nasion rzepaku na wyniki odchowu cieląt. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 28 (2): 155–164.
- Strzetelski J., Kowalczyk J., Osieglowski S., Stasiniewicz T., Lipiarska E., Pustkowiak H. 2001b. Fattening bulls on maize silage and concentrate supplemented with vegetable oils. *Journal Animal Feed Science*, 10: 259–271.
- Sundram K., Pathmanathan R., Wong K.T., Baskaran G. 1997. Impact of saturated and trans fatty acid enriched oil blends on atherosclerosis in rabbits fed cholesterol-free diets. *Asia Pacific Journal of Clinical Nutrition*, 6 (1): 31–35.
- Sutton E.I. 1988. Canola meal for other species. Horses. Feed intake and performance. *Canola Nutritionist Manual*. Canola Council of Canada. Winnipeg, Manitoba.

- Syngenta – katalog, Rzepak 2007.
<http://www3.syngenta.com/country/pl/pl/uprawy/rzepak/Documents/syngenta-katalog-rzepak-2007.pdf>
- Syngenta – katalog, Rzepak 2015. <http://www3.syngenta.com/country/pl/pl/uprawy/rzepak/Documents/syngenta-katalog-rzepak-2015.pdf>
- Szkucik K., Libelt K. 2006. Wartość odżywcza mięsa królików. *Medycyna Weterynaryjna*, 62 (1): 108–110.
- Szwejd-Grzybowska J. 2011. Antykancerogenne składniki warzyw kapustnych i ich znaczenie w profilaktyce chorób nowotworowych. *Bromatologia i Chemia Toksykologiczna*, 4: 1039–1046.
- Świątkiewicz S., Koreleski J. 2008. Gliceryna z oleju rzepakowego jako źródło energii w żywieniu drobiu – dane piśmiennictwa naukowego i wyniki badań własnych. *Polskie Drobiarstwo*, 12: 38–39.
- Tauson A-H., Neil M. 1991. Fish oil and rapeseed oil as main fat sources in mink diets in the growing-furring period. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*, 65 (1-5): 84–95.
- Throckmorton J.C., Cheeke P.R., Patton N.M. 1980. Tower rapeseed meal as a protein source for weanling rabbits. *Canadian Journal of Animal Science*, 60: 1027–1028.
- Tripathi M.K. 1999. Treatment of rapeseed-mustard (*Brassica sp.*) meal to remove glucosinolates and its effect on nutrient utilization, growth performance and blood bio-chemical studies in cross-bred cattle. Ph. D. Thesis, G.B. Pant University of Agriculture & Technology, Pantnagar, India.
- Tripathi M.K., Agrawal I.S., Sharma S.D., Mishra D.P. 2001. Effect of untreated, HCl treated or copper and iodine supplemented high glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal on nutrient utilization, liver enzymes, thyroid hormones and growth of calves. *Animal Feed Science and Technology*, 92: 73–85.
- Tripathi M.K., Mishra A.S., Misra A.K., Prasad R., Mondal D., Jakhmola R.C. 2003. Effect of graded levels of high glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal inclusion on nutrient utilization, growth performance, organ weight, and carcass composition of growing rabbits. *World Rabbit Science*, 11: 211–226.
- Tripathi M.K., Santra A., Chaturvedi O.H., Karim S.A. 2004. Effect of sodium bicarbonate supplementation on ruminal fluid pH, feed intake, nutrient utilisation and growth of lambs fed high concentrate diets. *Animal Feed Science and Technology*, 111: 27–39.
- Tripathi M.K., Mishra A.S. 2007. Glucosinolates in animal nutrition: A review. *Animal Feed Science and Technology*, 132: 1–27.
- Tripathi M.K., Mishra A.S., Mondal D., Misra A.K., Prasad R., Jakhmola R.C. 2008. Caecal fermentation characteristics, blood composition and growth of rabbits on substitution of soya-bean meal by unconventional high-glucosinolate mustard (*Brassica juncea*) meal as protein supplement. *Animal*, 2 (2): 207–215.
- Troszyńska A., Honke J., Kozłowska H. 2000. Naturalne substancje nieodżywcze (NSN) pochodzenia roślinnego jako składniki żywności funkcjonalnej. *Postępy Fitoterapii*, 2: 17–22.
- Turyk Z., Osek M., Wasilowski Z. 2004. Wytloki rzepakowe i groch pastewny w mieszankach z jęczmieniem i pszenżytem dla rosnących świń. *Roczniki Naukowe Zootechniki Supl.*, 20: 137–141.
- Tyagi A.K., Tripathi M.K., Karim S.A. 1996. Evaluation of mustard cake as protein supplement in pregnant ewes. *World Review of Animal Production*, 30: 93–98.

- Tyagi A.K. 2002. Influence of water soaking of mustard cake on glucosinolate hydrolysis. *Animal Feed Science and Technology*, 99: 215–219.
- Tyś J., Jackowska I., Rybacki R. 2006. Wartość technologiczna nasion różnych odmian rzepaku ozimego przeznaczonych na biopaliwa. *Acta Agrophysica*, 8 (4): 1017–1030.
- Ustawa o paszach z dnia 22 lipca 2006 r., Dz. U., 2006, nr 144, poz. 1045.
- Vaughn S.F., Berhow M.A. 2005. Glucosinolate hydrolysis products from various plant sources: pH effects, isolation, and purification. *Industrial Crops and Products*, 21 (2): 193–202.
- Verhoeven D.T.H., Verhagen H., Goldbohm R A., van den Brandt P. A., van Poppel G. 1997. A review of mechanisms underlying anticarcinogenicity by Brassica vegetables. *Chemico-Biological Interactions*, 103: 79–129.
- Vincent I.C., Thompson J., Hill R. 1990. The voluntary feed intake and weight gain of lambs given concentrate feeds containing rapeseed meal with a range of glucosinolate contents. *Animal Production*, 50, p. 587.
- Vissers M.N., Zock P.L., Meijer G.W., Katan M.B. 2000. Effect of plant sterols from rice bran oil and triterpene alcohols from sheanut oil on serum lipoprotein concentrations in humans. *American Journal of Clinical Nutrition*, 72: 1510–1515.
- Wałkowski T. 1997. Rzepak jary. IHAR Poznań. www.ihar.edu.pl/rzepak.php. „Rzepak” czerwiec 2004.
- Warriss P.D., Brown S.N., Paściak P. 2006. The colour of the adductor as a predictor of pork quality in the loin. *Meat Science*, 73 (4): 565–569.
- Wathes D.C., Abayasekara D.R., Aitken R.J. 2007. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. *Biology of Reproduction*, 77 (2): 190–201.
- Weisło T., Rogowski W. 2006. Rola wielonienasyconych kwasów tłuszczowych omega-3 w organizmie człowieka. *Cardiovascular forum*, 11 (3): 39–43.
- Wigand G. 1960. Production of hypercholesterolemia and atherosclerosis in rabbits by feeding different fats without supplementary cholesterol. *Acta Medica Scandinavica*, 166 (351): 91–97.
- Wojtaszczyk B. 2014. Natłuszczanie pasz dla świń. *Farmer.pl*. Zwierzęta. Trzoda chlewna.
- Wroniak M., Anders A., Szterk A., Szymczak R. 2013. Wpływ obłuskiwania nasion na jakość sensoryczną i fizykochemiczną oraz wartość żywieniową oleju rzepakowego tłoczonego na zimno. *Żywność. Nauka. Technologia. Jakość*, 5 (90): 90–106.
- www.faostat.fao.org/site/569/DesktopDefault.aspx?PageID=569#ancor dostęp: 30.03.2016
- Wyczig P., Gugolek A., Kowalska D., Kaliniewicz J., Strychalski J., Zwoliński C. 2013. Wpływ żywienia mieszankami paszowymi z udziałem makuchu rzepakowego i pszennego wywaru gorzelnianego na wyniki rozrodu i profil kwasów tłuszczowych mleka królic. *Roczniki Naukowe Zootechniki*, 40 (1): 65–76.
- Xiccato G., Trocino A. 2003. Role of dietary lipid on digestive physiology, immune system and growth in rabbits. In: Cost Action 848 “Agriculture and Biotechnology” European Cooperation in the Field of Scientific and Technical Research, pp. 239–244.
- Yasser A. A., El-Nomeary R.I., El-Kady I., El-Shahat A.A. 2015. Effect of Some Medicinal Plant Seed Meals Supplementation and their Effects on the Productive Performance of Male Rabbits. *International Journal of ChemTech Research*, 8 (6): 401–411.
- Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. *Zwierzęta futerkowe*. 2011. Gugolek A. (red.) ISBN 978-83-933604-0-6 Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN Jabłonna, ss. 1–110.

- Zalejska-Fiolka J., Kasperczyk S., Kasperczyk A., Birkner E., Grucka-Mamczar E., Stawiarska-Pięta B., Schneider A. 2004. Influence of oxidated vegetable oil and garlic extract upon the development of experimental atherosclerosis in rabbits. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 48: 453–459.
- Zalejska-Fiolka J., Kasperczyk A., Kasperczyk S., Błaszczyk U., Birkner E. 2007a. Effect of garlic supplementation on erythrocytes antioxidant parameters, lipid peroxidation, and atherosclerotic plaque formation process in oxidized oil-fed rabbits. *Biological Trace Element Research*, 120 (1): 195–204.
- Zalejska-Fiolka J., Kasperczyk A., Kasperczyk S., Błaszczyk U., Birkner E. 2007b. Effect of oxidised rapeseed oil with garlic on the concentration of 7-ketocholesterol, malondialdehyde and free fatty acids in hypercholesterolaemic rabbits. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 51: 431–438.
- Zalejska-Fiolka J., Kasperczyk A., Kasperczyk S., Stawiarska-Pięta B., Fiolka R., Birkner E. 2012. Influence of non-oxidised and oxidised rapeseed oil consumption on liver metabolism pathways and non-alcoholic steatohepatitis development in rabbits. *Bulletin of the Veterinary Institute in Pulawy*, 56: 255–259.
- Zalejska-Fiolka J., Wielkoszyński T., Rokicki W. Jr., Dąbrowska N., Strzelczyk J.K., Kasperczyk A., Owczarek A., Błaszczyk U., Kasperczyk S., Stawiarska-Pięta B., Birkner E., Gamian A. 2015. The Influence of α -Lipoic Acid and Garlic Administration on Biomarkers of Oxidative Stress and Inflammation in Rabbits Exposed to Oxidized Nutrition Oils. *BioMed Research International*, <http://dx.doi.org/10.1155/2015/827879>.
- Zduńczyk Z., Jankowski J., Juśkiewicz J., Mikulski D., Słominski B.A. 2013. Effect of different dietary levels of low-glucosinolate rapeseed (canola) meal and non-starch polysaccharide-degrading enzymes on growth performance and gut physiology of growing turkeys. *Canadian Journal of Animal Science*, 93: 353–362.
- Ziemiański Ś. 2003. Tłuszcze. W: *Żywnienie człowieka. Podstawy nauki o żywieniu*. J. Gawęcki, L. Hryniewiecki (red.), Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa, ss. 152–176.
- Zwierzęta Gospodarskie w 2014 r. 2015. Główny Urząd Statystyczny, Warszawa.
- Zymon M., Strzetelski J. 2007. Możliwości modyfikacji tłuszczu śródmięśniowego u bydła mięsnego. *Medycyna Weterynaryjna*, 63 (12): 1526–1529.

Dr hab. Dorota Kowalska, prof. IZ pracuje w Instytucie Zootechniki Państwowym Instytucie Badawczym w Dziale Ochrony Zasobów Genetycznych Zwierząt. Od ponad 20 lat prowadzi fermę królików dwóch ras: nowozelandzkiej białej i popielniańskiej białej. Jest autorem lub współautorem 418 pozycji piśmiennictwa, dotyczących dobrostanu i żywienia różnych gatunków zwierząt futerkowych. Była kierownikiem lub współwykonawcą 7 projektów badawczych finansowanych przez MNiSW. W ostatnim okresie brała udział w przygotowaniu podręcznika akademickiego „Biologiczna różnorodność ekosystemów rolnych oraz możliwości jej ochrony w gospodarstwach ekologicznych” oraz „Zaleceń Żywienia Zwierząt Futerkowych Mięsożernych i Roślinożernych”. W swoim dorobku ma również 5 książek dotyczących chowu i hodowli królików. Jej hobby to turystyka górska i wycieczki rowerowe.

Prof. dr hab. Andrzej Gugolek jest kierownikiem Katedry Hodowli Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa na Wydziale Bioinżynierii Zwierząt Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie, specjalistą z zakresu hodowli i żywienia zwierząt futerkowych. Jest autorem ponad 380 publikacji i opracowań dotyczących głównie żywienia różnych gatunków zwierząt futerkowych: norek, tchórzofrettek, lisów, jenotów, królików i szynszyli a także zwierząt amatorskich. Jest redaktorem i współautorem wydanych w 2011 roku, przez Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt PAN w Jabłoncej, „Zaleceń Żywienia Zwierząt Futerkowych Mięsożernych i Roślinożernych”. Jego hobby to prowadzenie amatorskiej hodowli drobnych gatunków zwierząt oraz historia wczesnego średniowiecza.

Dr inż. Janusz Strychalski jest pracownikiem Katedry Hodowli Zwierząt Futerkowych i Łowiectwa Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie. Jest autorem wielu publikacji naukowych, m.in. na temat żywienia królików, których jest od lat zapalonym hodowcą. Pozostałe jego zainteresowania to kynologia i akwarystyka.