

Przesłano: 15-03-2022

Zaakceptowano do druku: 14-04-2022



## MOŻLIWOŚĆ ZASTĄPIENIA ŚRUTY SOJOWEJ RZEPAKOWĄ W ŻYWIENIU TRZODY CHLEWNEJ

**Anna Szosland-Fałtyń<sup>1</sup>, Beata Bartodziejska<sup>2</sup>, Zbigniew Dolatowski<sup>3</sup>**

**Abstrakt:** Chów trzody chlewnej w Unii Europejskiej opiera się głównie na zastosowaniu śruty sojowej, jako dodatku białkowego w paszach. Śruta sojowa, jak i soja, która jest surowcem do jej otrzymywania, pochodzi głównie z importu. Rodzime ziarna soi są wykorzystywane w niewielkim stopniu. Pomimo tego, iż śruta sojowa jest najczęściej zagospodarowywana jako dodatek do pasz, wciąż poszukuje się krajowych produktów, alternatywnych do soi, nadających się do hodowli trzody chlewnej. Ma to na celu uniezależnienie producentów pasz od importowanego produktu oraz obniżenie kosztów tuczu trzody chlewnej. Jedną z możliwości jest zastąpienie jej odpowiednio przygotowaną śrutą rzepakową. Dzięki procesowi uzdatnienia śruty rzepakowej dochodzi do obniżenia zawartości włókna surowego i glukozyolanów oraz zwiększenia ilości dostępnego białka, zwłaszcza aminokwasów egzogennych. W artykule scharakteryzowano oba surowce, przybliżono proces fermentacji śruty rzepakowej wraz z mikroorganizmami, jako jedną z alternatyw zastąpienia soi oraz przedstawiono aktualne wyniki badań dotyczące możliwości wykorzystania śruty rzepakowej w skarmianiu trzody chlewnej i jej wpływu na jakość mięsa.

**Słowa kluczowe:** soja, śruta rzepakowa, skład chemiczny, fermentacja, kwasy tłuszczowe, jakość mięsa wieprzowego

**JEL:** I18

<sup>1</sup> Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy (Prof. Waclaw Dabrowski Institute of Agriculture and Food Biotechnology – State Research Institute) | wkład pracy: 70% | ORCID 0000-0002-5004-8059 | e-mail: anna.szosland@ibprs.pl

<sup>2</sup> Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy (Prof. Waclaw Dabrowski Institute of Agriculture and Food Biotechnology – State Research Institute) | wkład pracy: 15% | ORCID 0000-0002-5492-5514 | e-mail: beata.bartodziejska@ibprs.pl

<sup>3</sup> Instytut Biotechnologii Przemysłu Rolno-Spożywczego im. prof. W. Dąbrowskiego – Państwowy Instytut Badawczy (Prof. Waclaw Dabrowski Institute of Agriculture and Food Biotechnology – State Research Institute) | wkład pracy: 15% | ORCID 0000-0002-8626-7050 | e-mail: zbigniew.dolatowski@ibprs.pl

## POSSIBILITY OF REPLACING SOYBEAN MEAL WITH RAPESEED MEAL IN PIG BREEDING

Anna Szosland-Fałtyń<sup>1</sup>, Beata Bartodziejska<sup>2</sup>, Zbigniew Dolatowski<sup>3</sup>

**Abstract:** Pig breeding in the European Union is mainly based on the use of soybean meal as a protein source in feeding. Soybean meal, as well as soybean, which is a raw material for its production, comes mainly from imports. Native soybeans are used to a small extent. Despite the fact that soybean meal is most often used as a feed additive, domestic products, alternative to soybeans, suitable for pig farming are still being sought. This is to make feed producers independent of the imported product and reduce the costs of pig fattening. One option is to use rapeseed meal. Due to the treatment of rapeseed meal, the content of crude fiber and glucosinolates is reduced and the amount of available protein, especially essential amino acids, is increased. The article describes both raw materials, presents the fermentation process of rapeseed meal with microorganisms as one of the alternatives to replace soy, and presents the current results of research on the possibility of using rapeseed meal in feeding pigs and its impact on meat quality.

**Keywords:** soybean, rapeseed meal, chemical composition, fermentation, fatty acids, pork meat quality

**JEL Classification:** I18

### 1. Wstęp

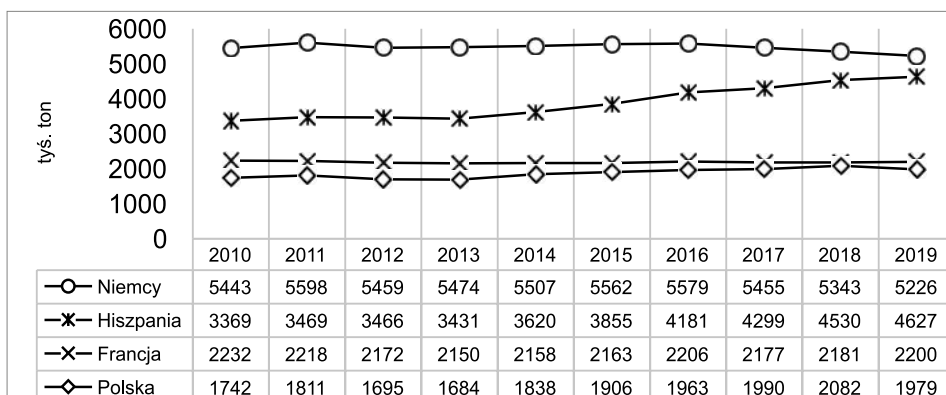
Polska obok Niemiec, Hiszpani i Francji znajduje się w czołówce krajów Unii Europejskiej w produkcji mięsa wieprzowego (wykres 1). W 2018 r. polska produkcja odnotowała najwyższy wzrost na poziomie 2082 tysięcy ton i jednocześnie zbliżyła się wartością do trzeciego producenta mięsa wieprzowego w Unii Europejskiej (Eurostat, 2020).

Wraz ze wzrostem chowu trzody chlewnej, systematycznie rośnie zapotrzebowanie na wysokobiałkowe surowce paszowe wykorzystywane w przemysłowej produkcji pasz. Przemysł paszowy krajów unijnych, w tym Polski, opiera się w dużym stopniu, na importowanych produktach rolnych, zwłaszcza soi. Około 60% importowanej soi jest wykorzystywane do produkcji pasz dla drobiu, 20% i 10% odpowiednio dla trzody i bydła (Brzóska, 2017). Niestety ziarna tej rośliny pochodzą, w prawie 100%, z upraw genetycznie modyfikowanych, budzących coraz większe obawy społeczne (Biel i in., 2017; Skoufos i in., 2016; Sobotka i in., 2012; Świątkiewicz i in., 2014). Roczny import do Polski genetycznie modyfikowanej śrutu sojowej wynosi około 2,5 miliona ton. Produkcja soi, od siedemdziesiątych lat ubiegłego wieku, jest jednym z najbardziej rozwijających się przemysłów, ze wzrostem światowej konsumpcji na poziomie 200 milionów ton. Oprócz pasz,

soja wykorzystywana jest w produktach żywnościowych, głównie wegańskich, ponadto jako jadalny olej roślinny czy biopaliwo (Boerma i in., 2016).

Wykres 1

**Kraje przodujące w produkcji mięsa wieprzowego w Unii Europejskiej w latach 2010-2019**



Źródło: Eurostat (dostęp: 18.05.2020).

Największym producentem soi na świecie są Stany Zjednoczone z roczną produkcją w 2019 r. wynoszącą 123,7 mln ton. Rocznie do krajów unijnych importuje się około 15 milionów ton soi i 6 milionów ton rzepaku (tabela 1). Tylko niewielka ilość dodawanej do pasz śruty sojowej jest otrzymywana z soi uprawianej w Unii Europejskiej, stanowiąc 0,9 miliona ton. Zupełnie odwrotną sytuację obserwuje się w przypadku śruty rzepakowej. Dodawana do pasz śruta rzepakowa jest otrzymywana w głównej mierze z rzepaku uprawianego w Unii Europejskiej.

Tabela 1

**Prognozowany udział rzepaku i soi wraz z produktami na rynku Unii Europejskiej**

	Źródło białka			
	Soja	Rzepak	Śruta sojowa	Śruta rzepakowa
	(mln t)			
Całkowita produkcja w UE	2,6	16,1	11,1	12,2
Import do UE	14,6	6,2	16,3	0,5
Eksport do UE	0,2	0,2	0,8	0,7
Wykorzystanie paszowe	1,2	0,2	0,9	8,1
Wykorzystanie pozapaszowe	17,0	22,0	26,6	12,0

Źródło: Dane Komisji Europejskiej (26).

## 2. Właściwości śrutu sojowej

Śruta sojowa jest głównym produktem ubocznym podczas procesu ekstrakcji oleju z soi. Najczęściej jest wykorzystywana w tuczu trzody chlewnej ze względu na dużą zawartość białka (43-53%) i zbilansowany profil aminokwasów (duża zawartość lizyny, tryptofanu, treoniny i izoleucyny). Zawiera także 4% włókna surowego, 6% popiołu, 0,4% wapnia, a całkowita zawartość fosforu wynosi 0,7%. Występuje jednak nieoptymalna zawartość aminokwasów siarkowych, dlatego też w diecie świń skarmianych tą rośliną, potrzebna jest suplementacja metioniną (De Visser i in., 2014; Grela i in., 2019; Skoufos i in., 2016). Zmniejszona jest także dostępność fosforu, gdyż w 60-70% jest związany z kwasem fitynowym. Wymaga się dodania nieorganicznego fosforu lub enzymu, fitazy. Śruta sojowa zawiera także oligosacharydy takie jak rafinoza i stachioza, które nie mogą zostać strawione przez zwierzęta monogastryczne z powodu braku odpowiednich enzymów trawiennych (Skoufos i in., 2016).

Ponadto, uprawa soi negatywnie odbija się na środowisku doprowadzając do zubożenia terenów leśnych, poprzez przekształcanie je w pola (Boerema i in., 2016; De Visser i in., 2014; Skoufos i in., 2016). Produkcja, przetwarzanie i transport śrutu sojowej stanowi również jedno z głównych źródeł emisji gazów cieplarnianych w przemyśle hodowlanym (Skoufos i in., 2016). Dlatego też, zastąpienie w diecie świń śrutu sojowej rzepakową jest bardzo pożądane. Może przyczynić się do zredukowania emisji dwutlenku węgla i innych gazów cieplarnianych, optymalnego wykorzystania nawozów oraz ochrony naturalnych siedlisk fauny i flory (De Visser i in., 2014; Hyeok i in., 2017; Skoufos i in., 2016). Śruta rzepakowa, wpisana do Rejestru Materiałów Paszowych UE, może być więc wykorzystana jako dodatek lub komponent pasz pełnodawkowych dla zwierząt gospodarskich.

Mając na względzie wprowadzenie ograniczeń w stosowaniu pasz pochodzenia zwierzęcego, zawierających mączki mięsne i kostne oraz zakaz stosowania w paszach genetycznie zmodyfikowanych składników (GMO), który ma obowiązywać od 1 stycznia 2023 r., szczególnie ważne powinno być zatem wprowadzenie śrutu rzepakowej na większą skalę do skarmiania świń (Sobotka i Fiedorowicz-Szatkowska, 2021).

Również z ekonomicznego punktu widzenia istnieje wiele korzyści w związku z zastąpieniem śrutu sojowej śrutą rzepakową. Na koszty związane z hodowlą przemysłową tuczników główny wpływ ma cena paszy. Ze względu na fakt, iż na całym świecie najpopularniejszym dodatkiem paszowym nadal pozostaje śruta sojowa, jej cena determinuje większość nakładów ponoszonych przez hodowców trzody chlewnej. Dostępność tej rośliny wpływa na jej cenę, która ulega w ostatnim czasie ciągłym zmianom (Choi i in., 2015; Florou-Paneri i in., 2014; Sko-

ufos i in., 2016). Dlatego też, producenci trzody chlewnej w Unii Europejskiej starają się jak najbardziej zmaksymalizować wykorzystanie lokalnych produktów rolnych, tym samym zmniejszyć koszty i utrzymać konkurencyjność produktów wieprzowych (Skoufos i in., 2016; Torres-Pitarch i in., 2014). W przypadku śruty rzepakowej, ekonomiczne korzyści podczas wzrostu i tuczenia trzody chlewnej, odnotowywane były już przy wykorzystaniu jej jako dodatku paszowego w ilości 9% (Quiniou i in., 2012; Skoufos i in., 2016).

### 3. Właściwości śruty rzepakowej

Śruta rzepakowa jest produktem ubocznym przy produkcji oleju rzepakowego i biopaliw (Choi i in., 2015; Lehuger i in., 2009). Zawiera około 31-38% białka surowego, 10-12% włókna surowego, 1-2% lipidów, 6-8% popiołu oraz poniżej 1% wapnia. Zawartość fosforu wynosi natomiast 1,2%. W porównaniu ze śrutą sojową, śruta rzepakowa charakteryzuje się większą zawartością siarkowych aminokwasów oraz lepszą dostępnością fosforu i wapnia, dzięki czemu można ograniczyć koszty suplementacji związkami mineralnymi (Choi i in., 2015; Florou-Paneri i in., 2014; Okrouhla i in., 2012; Skoufos i in., 2016). Śruta rzepakowa posiada jednak mniejszą zawartość białka, w tym lizyny i większą zawartość włókna surowego (Grela i in., 2019). W składzie rzepaku naturalnie występują także antyodżywcze składniki, takie jak glukozyzolan, kwas erukowy, tanina i synapina (Florou-Paneri i in., 2014; Okrouhla i in., 2012; Skoufos i in., 2016).

W Polsce uprawiane są obecnie odmiany rzepaku, nazywane podwójnie ulepszonymi dwuzerowymi („00”) lub typu canola. Cechują się niską zawartością kwasu erukowego od 0 do 2% i ograniczoną zawartością glukozyzolanów, która w śrucie poekstrakcyjnej, nie przekracza 15  $\mu\text{M/g}$  suchej masy beztłuszczowej (Kapusta, 2015). Powstały one drogą hodowli konwencjonalnej, krzyżowania i selekcji przy wykorzystaniu naturalnej zmienności genetycznej, bez korzystania z technologii GMO. Wyłącznie takie odmiany są wpisane do Krajowego Rejestru Roślin Uprawnych (COBORU) w Polsce. Na podkreślenie zasługuje fakt, że do Katalogu Odmian Europejskich wpisywane są odmiany o wyższym stężeniu glukozyzolanów tj. do 25  $\mu\text{M/g}$ .

Niska zawartość glukozyzolanów jest szczególnie istotna z punktu widzenia zdrowia zwierząt skarmianych paszą z dodatkiem śruty rzepakowej. Glukozyzolan są substancjami syntetyzowanymi przez rośliny z aminokwasów, a ich biosynteza zostaje poprzedzona reakcjami, które doprowadzają do wydłużenia bocznego łańcucha aminokwasów (Bekaert i in., 2012; Kaczmarek i in., 2016). Mają wysoką stabilność chemiczną i odporne są na wysokie temperatury (Kaczmarek i in.,

2016; Patyra i Kwiatek, 2015). W wyniku uszkodzenia struktury nasion rzepaku, podczas procesów takich jak: mielenie, miażdżenie i wyciskanie oraz w wyniku termicznej obróbki rzepaku dochodzi do aktywacji enzymu myrozynazy. Przekształca ona glukozynolany w związki trujące dla zwierząt, w tym oksazolidony (WOT), izotiocjaniany (ITC), tiocjaniany i nityle (Kaczmarek i in., 2016; Patyra i Kwiatek, 2015). Negatywne działanie WOT polega na blokowaniu wychwytu jodu przez tarczycę, co zaburza metabolizm jodowy i funkcje wydzielnicze tarczycy, wykazując działanie wolotwórcze (goitrogenne) i obniżające ogólny metabolizm oraz wzrost zwierząt. Badania wykazały, iż glukozynolany są odpowiedzialne za hamowanie przyswajania substancji odżywczych zwłaszcza u młodych zwierząt, na ich początkowym etapie wzrostu (Kaczmarek i in., 2016). Glukozynolany po zhydrolizowaniu do sinigriny i pirogotroin posiadają gorzki smak, przez co zwierzęta niechętnie pobierają pasze. Trzoda chlewna charakteryzuje się różnorodną tolerancją na glukozynolany (Kaczmarek i in., 2016; Patyra i Kwiatek, 2015).

Proces unieczynnienia enzymu myrozynazy, określane jako tostowanie nasion rzepaku lub śrutu poekstrakcyjnej, polega na ich nawilżeniu, rozdrobnieniu, a następnie ogrzewaniu do około 80°C. Proces ten prowadzi do dezaktywacji enzymu myrozynazy, w wyniku czego glukozynolany nie przekształcają się w substancje toksyczne (Brzóska i in., 2010).

#### 4. Fermentacja rzepaku i śrutu rzepakowej

W ostatnich latach jedną z technologii wpisujących się w światowe, prozdrowotne trendy, pozwalającą zastosować rzepak w skarmianiu świń, jest fermentacja śrutu rzepakowej (Grela i in., 2019, Nega i Woldes, 2018; Wang i in., 2019). Fermentacja jest procesem biochemicznym, prowadzonym przez różne gatunki bakterii, drożdży i grzybów, zwłaszcza o udokumentowanych właściwościach korzystnych dla zdrowia. Do najczęściej wykorzystywanych mikroorganizmów należą szczepy drożdży: *Saccharomyces cerevisiae*, *S. cariocanus* oraz bakterii *Lactobacillus fermentum*, *Bacillus subtilis*, *B. licheniformis*. Najpopularniejszymi gatunkami grzybów w procesach fermentacyjnych są *Rhizopus oligosporus*, *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus* oraz *Aspergillus* (Niu i in., 2015; Tomaszewska i in., 2019; Wang i in., 2019). Mikroorganizmy te stanowią cenne źródło enzymów takich jak: glukozydazy, amylazy, celulazy, chitynazy, inulinazy, fitazy, ksylanazy, esterazy, tannazy, inwertazy lub lipazy, oksydazy polifenolowej, lakazy. Dzięki procesom enzymatycznym następuje hydroliza białka rzepaku, rozkład substancji toksycznych, podział strukturalny ścian komórkowych. Dochodzi również do uwolnienia bioaktywnych związków przeciwutleniających, rozkładu węglowodanów i wytworze-

nia różnych towarzyszących produktów (Czech i in., 2019). Obecność oksydazy polifenolowej, katalizującej degradację synapiny sprawia, iż fermentowana śruta rzepakowa nie posiada nieprzyjemnego gorzkiego smaku i „rybiego” zapachu pochodzącego od aminy biogennej trimetyloaminy (TMA) (Niu i in., 2015).

Po fermentacji i suszeniu, śruta zyskuje cenne właściwości odżywcze, takie jak wartościowe źródło aminokwasów siarkowych i strawnego białka, zmniejszoną zawartość substancji antyodżywczych, lepszy smak (kwaśny) a także prozdrowotne bakterie fermentacji mlekowej wraz z ich metabolitami, drożdże i substancje przeciwutleniające. Czynniki te mogą poprawić parametry hodowli, zmodyfikować mikroflorę jelitową, stymulować procesy metaboliczne i jednocześnie poprawić zdrowie zwierząt (Canibe i Jensen, 2012; Grela i in., 2019).

## **5. Wpływ zastosowania śruty rzepakowej na skład chemiczny mięsa wieprzowego**

Z nielicznych doniesień literaturowych wynika, iż zastąpienie białka soi białkiem rzepaku nie wpływa na pogorszenie właściwości technologicznych i sensorycznych mięsa. Badania Okrouhla i in. (2012) wskazują brak różnic statystycznie istotnych w zawartości białka i wody w mięsie wieprzowym pochodzącym od świń skarmianych soją w porównaniu do mięsa świń tuczonych z dodatkiem rzepaku (Okrouhla i in., 2012). Ponadto, w badaniach Skoufos i in. (2016) zaobserwowano, iż mięso od świń hodowanych na śrucie rzepakowej charakteryzowała się wyższą zawartością procentową mononienasyconych kwasów tłuszczowych (MUFA), niższą zawartością procentową nasyconych kwasów tłuszczowych (SFA) i wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) w porównaniu do mięsa świń tuczonych śrutą sojową (Skoufos i in., 2016). Zmniejszenie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych i zwiększenie zawartości nienasyconych kwasów tłuszczowych jest bardzo pożądane z punktu widzenia diety i zdrowia konsumenta, niosąc ze sobą mniejsze ryzyko chorób układu krążenia. Nadal jednak potrzebne są dalsze badania, które pozwolą zoptymalizować proces skarmiania świń rzepakiem lub jego pochodnymi, tak aby uzyskać mięso wysokiej jakości fizykochemicznej i sensorycznej.

## 6. Podsumowanie

Mając na uwadze, w perspektywie jednego roku, zakaz stosowania w polskich paszach komponentów GMO, rozpoczął się wyścig w poszukiwaniu alternatywnych, krajowych źródeł białka, minimalizujących deficyt tego cennego składnika. Zagospodarowanie śruty rzepakowej, której cena jest nadal niższa w porównaniu ze śrutą sojową, w tuczu świń, mogłoby być znakomitym rozwiązaniem dla producentów trzody chlewnej. Wykorzystany zostałby wysokobiałkowy produkt odpadowy, łatwo dostępny i o wysokiej jakości, a Polska uniezależniłaby się od importowanej soi i śruty sojowej.

### LITERATURA

1. Bekaert, M., Edger, P.P., Hudson, C.M., Pires, J.C., Conant, G.C. (2012). Metabolic and evolutionary cost of herbivory defences. *Systems biology of glucosinolate synthesis. New Phytol.*, 196(2), 596-605.
2. Biel, W., Gawęda, D., Łysoń, E., Hury, G. (2017). Wpływ czynników genetycznych i agrotechnicznych na wartość odżywczą nasion soi. *Acta Agroph.*, 24(3), 395-404.
3. Boerema, A., Peeters, A., Swolfs, S., Vandevenne, F., Jacobs, S., Staes, J. (2016). Meir P. Soybean trade: balancing environmental and socio-economic impacts of an intercontinental market. *PLOS ONE*, 1-13.
4. Brzóska, F. (2017). Soja niemodyfikowana genetycznie - jej produkcja i możliwości wykorzystania w żywieniu zwierząt w Polsce Cz. 2. Pasze sojowe w żywieniu zwierząt. *Wiad. Zootech.*, 1, 67-79.
5. Brzóska, F., Śliwiński, B., Michalik-Rutkowska, O. (2010). Pasze rzepakowe- miejsce w bilansie białkowym kraju oraz wartość pokarmowa. Cz. 1. *Wiad. Zootech.*, 2-3, 11-18.
6. Canibe, N., Jensen, B.B. (2012). Fermented liquid feed-microbial and nutritional aspects and impact on enteric diseases in pigs. *Anim. Feed Sci. Tech.*, 173, 17-40.
7. Choi, H.B., Jeong, J.H., Kim, D.H., Lee, Y., Kwon, H., Kim, Y.Y. (2015). Influence of rapeseed meal on growth performance, blood profiles, nutrients digestibility and economic benefit of growing-finishing pigs. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.*, 28, 1345-1355.
8. Czech, A., Kiesz, M., Kłos, S. (2019). Efektywność wykorzystania fermentowanej poekstrakcyjnej śruty rzepakowej w żywieniu loch. *Naukovo-tehničnij buleten' Deržavnogo Naukovo-Doslidnogo Kontrol'nogo Institutu Veterinarnih Preparativ Ta Kormovih Dobavok i Institutu Biologii Tvarin*, 20(2), 406-416.
9. De Visser, C.L.M., Schreuder, R., Stoddard, F. (2014). The EU's dependency on soybean import for the animal feed industry and potential for EU produced alternatives. *OCL*, 21(4), D407.
10. Florou-Paneri, P., Christaki, E., Giannenas, I., Bonos, E., Skoufos, I. (2014). Alternative protein sources to soybean meal in pig diets. *J. Food Agric. Environ.*, 12, 655-660.
11. Grela, E.R., Czech, A., Kiesz, M., Wlazło, Ł., Nowakowicz-Dębek, B. (2019). A fermented rapeseed meal additive: Effects on production performance, nutrient digestibility, colostrum immunoglobulin content and microbial flora in sows. *Anim. Nutr.*, 5, 373-379.



12. Hyeok, M.Y., Xin, J.L., Sang, I.L., In, H.K. (2017). Rapeseed meal and canola meal can partially replace soybean meal as a protein source in finishing pigs. *J. Appl. Anim. Res.*, 46, 195-199.
13. Kaczmarek, P., Korniewicz, D., Lipiński, K., Mazur, M. (2016). Chemical composition of rapeseed products and their use in pig nutrition. *Pol. J. Natur. Sc.*, 31(4), 545-562.
14. Kapusta, F. (2015). Ewolucja miejsca i roli rzepaku w rolnictwie oraz gospodarce Polski. *Zesz. Nauk. SGGW w Warszawie. Probl. Rol. Świat.*, 15(2), 85-95.
15. Lehuger, S., Benoît, G., Gagnaire, N. (2009). Environmental impact of the substitution of imported soybean meal with locally-produced rapeseed meal in dairy cow feed. *J. Clean Prod.*, 17, 616-624.
16. Nega, T., Woldes, Y. (2018). Review on nutritional limitations and opportunities of using rapeseed meal and other rape seed by products in animal feeding. *J. Nutr. Health Food Eng.*, 8(1), 43-48.
17. Niu, Y., Jiang, M., Guo, M., Wan, C., Hu, S. (2015). Characterization of the factors that influence sinapine concentration in rapeseed meal during fermentation. *PLOS ONE*, 10(1), e0116470.
18. Okrouhla, M., Stupka, R., Citek, J., Sprysl, M., Brzobohaty, L., Kluzakova, E. (2012). The effect of replacing soybean meal with rapeseed meal on the production performance and meat chemical compositions in pigs. *Res. Pig Breed.*, 6, 36-39.
19. Patyra, E., Kwiatek, K. (2015). Glukozynolany – składniki antyżywnieniowe pasz. *Życie Wet.*, 90, 10.
20. Quiniou, N., Quinsac, A., Crepon, K., Evrard, J., Peyronnet, C. (2012). Effects of feeding 10% rapeseed meal (*Brassica napus*) during gestation and lactation over three reproductive cycles on the performance of hyperprolific sows and their litters. *Can. J. Anim. Sci.*, 92, 513-524.
21. Skoufos, I., Tzora, A., Giannenas, I., Bonos, E., Papagiannis, N., Tsinas, A., Christaki, E., Florou-Paneri, P. (2016). Dietary inclusion of rapeseed meal as soybean meal substitute on growth performance, gut microbiota, oxidative stability and fatty acid profile in growing-fattening pigs. *Asian J. Anim. Vet. Adv.*, 11, 89-97.
22. Sobotka, W., Fiedorowicz-Szatkowska, E. (2021). The effect of replacing genetically modified soybean meal with 00-rapeseed meal, faba bean and yellow lupine in grower-finisher diets on nutrient digestibility, nitrogen retention, selected blood biochemical parameters and fattening performance of pigs. *Animals*, 11, 960.
23. Sobotka, W., Pomianowski, J.F., Wójcik, A. (2012). Wpływ zastosowania genetycznie zmodyfikowanej poekstrakcyjnej śruty sojowej oraz poekstrakcyjnej śruty rzepakowej „00” na efekty tuczu, właściwości technologiczne i sensoryczne mięsa świń. *Żywn. Nauka. Technol. Jakość*, 1(80), 106-115.
24. Świątkiewicz, S., Świątkiewicz, M., Arczewska-Włosek, A., Józefiak, D. (2014). Genetically modified feed and their effect on the metabolic parameters of food-producing animals: A review of recent studies. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 198, 1-19.
25. Tomaszewska, E., Muszyński, S., Dobrowolski, P., Kamiński, D., Czech, A., Grela, E.R., Wiącek, D., Tomczyk-Warunek, A. (2019). Dried fermented post extraction rapeseed meal given to sows as an alternative protein source for soybean meal during pregnancy improves bone development of their offspring. *Livest. Sci.*, 4, 60-8.
26. Torres-Pitarch, A., Moset, V., Ferrer, P., Cambra-lopez, M., Hernandez, P. (2014). The

- inclusion of rapeseed meal in fattening pig diets, as partial replacer of soybean meal, alters nutrient digestion, faecal composition and biochemical methane potential from faeces. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 198, 215-223.
27. Wang, Y., Liu, J., Wei, F., Liu, X., Yi, C., Zhang, Y. (2019). Improvement of the nutritional value, sensory properties and bioavailability of rapeseed meal fermented with mixed microorganisms. *LWT*, 112, 108238.
  28. [https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming\\_fisheries/farming/documents/eu-feed-protein-balance-sheet\\_2020-2021\\_en.pdf](https://ec.europa.eu/info/sites/default/files/food-farming_fisheries/farming/documents/eu-feed-protein-balance-sheet_2020-2021_en.pdf) (29.03.2022).