

Stefania Smulikowska, Cam Van Nguyen

Instytut Fizjologii i Żywienia Zwierząt im. Jana Kielanowskiego, PAN, Jabłonna

Przydatność paszowa nasion i wycieków rzepakowych w żywieniu drobiu i świń i ich wpływ na jakość produktów zwierzęcych

Rape seeds and cake as a feed for poultry and swine and their effects on quality of animal products

Słowa kluczowe: nasiona rzepaku, wycieki rzepakowe, drób, świnię, czynniki antyżywniowe, kwasy tłuszczowe

Key words: seeds of oilseed rape, rapeseed cake, poultry, pigs, antinutritional factors, fatty acids

Badania epidemiologiczne ostatnich lat wykazały, że występowanie wielu poważnych schorzeń u ludzi jest związane z nieprawidłowym składem kwasów tłuszczowych w diecie, szczególnie ze znaczną przewagą niezbędnych wielonienasyconych kwasów tłuszczowych (PUFA) n-6 nad kwasami n-3 oraz nadmiarem kwasów nasyconych. Skład kwasów tłuszczowych w produktach zwierzęcych można modyfikować przez zmianę proporcji kwasów tłuszczowych w mieszankach paszowych. Nasiona rzepaku oraz wycieki rzepakowe zawierają olej bogaty w kwas oleinowy, w którym ponadto stosunek n-6/n-3 PUFA wynosi około 2 i jest bardziej zrównoważony niż w innych tłuszczach roślinnych i zwierzęcych. W najbliższych latach należy oczekiwać znacznego zwiększenia podaży wycieków (makuchów) rzepakowych, gdyż nowoczesne technologie przetwórstwa rzepaku, ze względu na ochronę środowiska, w coraz większym stopniu polegają na pozyskiwaniu oleju tylko przez wyciekanie. W pracy podsumowano wyniki badań nad wartością odżywczą nasion i wycieków z rzepaku 00, a także ich wpływem na wyniki produkcyjne drobiu i świń oraz na cechy jakościowe produktów zwierzęcych.

The results of recent epidemiological research have shown, that many serious diseases in human populations are connected with improper composition of fatty acids, particularly with the domination of essential polyunsaturated fatty acids (PUFA) n-6 over PUFA n-3 and too high level of saturated fatty acids in human diets. The fatty acid profile in animal products may be adequately modified by the change in proportions of fatty acids in feed mixtures. Rape seeds and rapeseed cake contain oil which is rich in oleic acid and have the ratio of n-6/n-3 PUFA about 2, which is lower than in majority other plant and animal fat sources. In the nearest future the supply of rapeseed cake may substantially increase, as different technologies of pressing rapeseed oil without solvent extraction are introduced and preferred as more environment friendly. In this paper the results of research on nutritional value of 00 double low oilseed rape seeds and 00 rapeseed cake and their effect on performance and the quality of meat of pigs and poultry were reviewed.

Wstęp

Nasiona rzepaku i wycłoki rzepakowe z uwagi na dość wysoką zawartość białka i energii są dobrym uzupełnieniem zbóż w mieszankach dla zwierząt rosnących. W składzie kwasów tłuszczowych oleju z niskoerukowych odmian rzepaku dominuje kwas oleinowy, a stosunek n-6/n-3 PUFA wynosi około 2 (COBORU 2001), czyli jest znacznie niższy niż w większości innych pasz. Mieszanki z nasionami rzepaku oraz wycłokami rzepakowymi powodują obniżenie zawartości kwasów nasyconych i proporcji n-6/n-3 PUFA w mięsie świń i drobiu oraz w jajach, co jest korzystne dla wartości dietetycznej tych produktów i nadaje im cechy żywności funkcjonalnej (Mieczkowska i in. 2001; Migdał i in. 2001; Nguyen i in. 2003; Schöne i in. 2002; Smulikowska i in. 1990). Ten korzystny wpływ jest znacznie mniejszy u bydła, gdyż nienasycone kwasy tłuszczowe są intensywnie przekształcane i utleniane przez mikroflorę żwacza (Stasiniewicz i in. 2000). Przeszkodą w użyciu pełnotłustych nasion rzepaku w paszach dla świń i drobiu jest ich wysoka cena, natomiast istnieją perspektywy znacznego zwiększenia podaży wycłoków (makuchów) rzepakowych, gdyż nowoczesne technologie przetwórstwa rzepaku, ze względu na ochronę środowiska, w coraz większym stopniu polegają na pozyskiwaniu oleju tylko przez wycłaczanie, jedno- lub dwustopniowe, niż na tradycyjnym wycłaczaniu i ekstrakcji rozpuszczalnikiem (Nyström i in. 1996). Technologie wycłaczania są także najczęściej wykorzystywane w Polsce, a także w krajach Unii Europejskiej do produkcji oleju rzepakowego przeznaczonego jako dodatek do paliw płynnych (Dorszewski i in. 1996; Schöne i in. 2002; Szulc 1995). Przesądza to, że w najbliższych latach udział techniki wycłaczania w przerobie rzepaku w Polsce może się znacznie zwiększyć. Wycłoki mogą być zużyte jako energetyczno-białkowe uzupełnienie mieszanek dla zwierząt monogastrycznych, co jest szczególnie ważne ze względu na niedobór krajowych źródeł białka i zakaz importu mączek mięsno-kostnych. W pracy podjęto próbę podsumowania wyników badań nad wartością odżywczą nasion i wycłoków z rzepaku 00, a także ich wpływem na wyniki produkcyjne drobiu i świń oraz na cechy jakościowe produktów zwierzęcych ze szczególnym uwzględnieniem wyników badań krajowych.

Wartość odżywcza nasion i wycłoków rzepakowych dla świń i drobiu

Mieszanki zawierające nasiona lub wycłoki z rzepaku są dobrze wyjadane przez drób oraz zwierzęta przeżuwające, natomiast wielokrotnie donoszono o niechętnym spożywaniu takich mieszanek przez świnie (Bell 1995). Wiąże się to zapewne z bardziej rozwiniętym zmysłem smaku u świń, które odstręcza gorzki smak niektórych związków wchodzących w skład nasion rzepaku.

Białko

Nasiona rzepaku zawierają w suchej masie (sm) około 21–22% białka, którego skład aminokwasowy przedstawia się bardzo korzystnie w porównaniu z zapotrzebowaniem rosnących świń oraz drobiu na niezbędne aminokwasy. Zawiera ono około 6 g lizyny/16 g N, a w stosunku do lizyny przyjętej jako 100 aminokwasy siarkowe stanowią 74, treonina 71, a tryptofan 24%, proporcje te nieco przewyższają proporcje zalecane w paszach dla świń i drobiu (Buraczewski 1995). Zawartość białka w wyciekach waha się od 28 do 34%, jego skład aminokwasowy jest podobny jak białka całych nasion, gdyż lizyna w wyciekach, na skutek mniej intensywnej obróbki, ulega w mniejszym stopniu unieczynieniu niż w śrucie rzepakowej (Dorszewski i in. 1996). Część białka rzepaku jest jednak bardzo silnie związana ze składnikami wchodzącymi w skład włókna pokarmowego, wskutek czego jego strawność u drobiu jest dość niska i według Europejskich Tabel (1986) wynosi 70% dla białka nasion, 76% dla białka wycieków. U świń strawność białka nasion i wycieków z rzepaku jest nieco wyższa i wynosi, odpowiednio, 77 i 79% (DLG 1991; Normy Żywienia Świń 1993). Obróbka wycieków w temperaturze wyższej od 90°C powodowała obniżenie strawności białka wycieków i wskaźnika wykorzystania białka netto u szczurów (Pastuszewska i in. 2001).

Tłuszcz

Nasiona rzepaku zawierają w suchej masie około 46% tłuszczu surowego (COBORU 2001), zawartość tłuszczu surowego w wyciekach może wahać się w dość dużym zakresie, na co wpływ ma nie tylko rodzaj urządzeń stosowanych w tym procesie, ale także wilgotność ziarna poddanego wyciekaniu (Fornal i in. 1994). Według Europejskich Tabel (1986) u drobiu strawność tłuszczu nasion wynosi 98%, a wycieków 90%, odpowiednie wartości podawane dla świń wynoszą 81 i 85% (DLG 1991; Normy Żywienia Świń 1993). W badaniach własnych (Smulikowska i in. 1997, 1998) stwierdzono, że strawność tłuszczu surowego nasion wynosiła u kurcząt 79–81%, a wycieków 74–83%, wskazuje to, że wartości podawane w Europejskich Tabelach (1986) są bardzo zawyżone.

Włókno i związki bezazotowe wyciągowe (ZBW)

Nasiona rzepaku zawierają w suchej masie około 8% włókna surowego i 20% ZBW, wycieki od 10 do 15% włókna surowego i od 30 do 37% ZBW. Drób nie trawi włókna surowego rzepaku, a strawność ZBW nasion wynosi 22%, wycieków 32% (European Table 1986). W badaniach własnych (Smulikowska i in. 1997) stwierdzono, że strawność ZBW wycieków u kurcząt wahała się od 37 do 68%. Natomiast świnie lepiej trawią zarówno włókno surowe, jak i ZBW nasion i wycieków, współczynniki strawności podawane przez DLG (1991) wynoszą, odpowiednio, dla nasion 53 i 59%, dla wycieków 44 i 82%.

Wartość energetyczna

Nasiona rzepaku zawierają około 28 MJ/kg energii brutto. W Normach Żywienia Drobiu (1996) podano, że wartość energii metabolicznej (AME_N) dla drobiu nasion rzepaku wynosi średnio 18,85 MJ/kg, wartości podawane w literaturze wahają się od 17,7 do 21,4 MJ/kg (Bell 1995). W Normach Żywienia Drobiu (1996) podano, że wartość AME_N wytlóków rzepakowych o zawartości 12,3% tłuszczu surowego wynosi 10,25 MJ/kg, wytlóków o zawartości 22,2% tłuszczu surowego 13,05 MJ/kg. W badaniach własnych (Smulikowska i in. 1997, 1998) stwierdzono, że AME_N wytlóków rzepakowych dla drobiu była zróżnicowana od 7,95 do 13,6 MJ/kg, wytloki o najniższej AME_N pochodziły, tak jak większość pozostałych, z tłoczenia na zimno i zawierały 13,2% tłuszczu. Wartość energii metabolicznej nasion rzepaku dla świń wynosi około 18 MJ/kg (DLG 1991; Normy Żywienia Świń 1993), wytlóków od 11,74 do 12,25 (DLG 1991), natomiast według Keitha i Bella (1991) wartość energii strawnej wytlóków dla świń wynosiła od 17,4 do 18,8 MJ/kg sm. Duża zmienność wartości energetycznej nasion może być częściowo spowodowana niejednakowym stopniem rozdrobnienia, w badaniach na kurczętach (Koreleski i in. 1990) wartość AME_N nasion nie rozdrobnionych wynosiła 12, grubo śrutowanych 18,4; drobno śrutowanych 20 MJ/kg. Podobnie w badaniach własnych (Smulikowska i Wiśniewska 1989) wartość AME_N nasion nie rozdrobnionych wynosiła u kurcząt 11 MJ/kg, nasion drobno śrutowanych 20,3 MJ/kg sm. Dänicke i in. (1998) stwierdzili, że kurczęta trawą nie rozdrobnioną nasiona rzepaku gorzej niż kury, ich wartość AME_N wynosiła u kurcząt 12,4; u kur 18,3 MJ/kg sm, natomiast po bardzo dokładnym rozdrobnieniu zwiększyła się u kurcząt do 22, u kur do 23 MJ/kg sm.

Badania wartości energetycznej wytlóków na świniami i drobiu są nieliczne. Aby umożliwić jej prawidłową ocenę na podstawie składu chemicznego należałoby przeprowadzić badania porównawcze na możliwie dużej liczbie prób, pochodzących z różnych systemów produkcji.

Wpływ czynników antyżywniowych nasion i wytlóków na wyniki produkcyjne świń i drobiu

Bell (1995) podaje, że w nasionach rzepaku występują następujące związki o działaniu antyżywniowym: glukozytolany (alkenowe i indolowe), fitiny, związki fenolowe, taniny, inhibitory trypsyny i saponiny. Dwie ostatnie klasy związków występują w niewielkich stężeniach i nie ma dowodów, aby wywierały ujemny wpływ na zwierzęta, natomiast glukozytolany alkenowe, nawet w odmianach 00, limitują użyteczność nasion i wytlóków rzepaku w mieszankach paszowych.

Glukozynolany

W Polsce dopuszczalny poziom sumy glukozynolanów alkenowych w przemysłowych nasionach rzepaku 00 wynosi 25 μM na 1 g suchej masy beztłuszczowej (smb). Zawartość glukozynolanów w odmianach zarejestrowanych w latach 1999–2000 wynosiła od 7,2 do 13,4 $\mu\text{M/g}$, czyli od 15 do 27 $\mu\text{M/g}$ smb (COBORU 2001). Stwierdzono, że w nasionach przemysłowych zawartość glukozynolanów może nieraz znacznie przekraczać dopuszczalne normy. Pastuszewska i Ochtabińska (1996), badając 6 prób wytlóków z różnych wytwórni stwierdziły, że dwie z nich zawierały około 20, trzy około 31, a jedna aż 55 μM glukozynolanów/g smb. Wskazuje to, że te ostatnie zostały wyprodukowane z nasion nie spełniających wymogów dla nasion podwójnie ulepszonych.

Badania prowadzone na kurczętach (Smulikowska i in. 1990, 1997, 1998), świniach (Frankiewicz i in. 1995; Osek i in. 1995) i szczurach (Pastuszewska i Ochtabińska 1996) wskazują, że wartość odżywcza nasion i wytlóków jest ujemnie skorelowana z zawartością glukozynolanów. Glukozynolany charakteryzują się gorzkim smakiem, co może wpływać na ograniczenie pobierania paszy przez świnię. W nasionach rzepaku znajduje się enzym mirozyna, który uaktywnia się po mechanicznym uszkodzeniu nasion. Enzym ten hydrolizuje glukozynolany, przekształcając je w związki o działaniu toksycznym, które powodują zaburzenia w funkcjonowaniu tarczycy, wątroby i nerek. Zaburzenia w funkcjonowaniu tarczycy, których widocznym objawem jest jej przerost, powodują spadek aktywności hormonów tarczycowych, co niekorzystnie wpływa na spożycie paszy, wzrost i zdrowie zwierząt (Frankiewicz i in. 1995; Goh i in. 1985; Kliber i in. 1995; Smulikowska i in. 1990). Mirozyna nasion ulega inaktywacji w temperaturze około 80°C. Ogrzewanie nasion lub wytlóków zmniejsza zatem tempo rozpadu glukozynolanów, jednak nie zapobiega całkowicie powstawaniu produktów ich rozkładu, gdyż przekształcanie glukozynolanów w substancje toksyczne zachodzi także pod wpływem enzymów wytwarzanych przez mikroflorę przewodu pokarmowego świń i drobiu (Bell 1995). Ubytek glukozynolanów w procesie wyciągania jest niewielki, dopiero poddanie nasion lub wytlóków ogrzewaniu z parą wodną powoduje usunięcie znacznej ich części (Borowiec i in. 1995; Koreleski i in. 1990; Migdał i in. 1998; Nyström i in. 1996). W badaniach na szczurach wytloki tłoczone na gorąco miały wyższą wartość odżywczą niż tłoczone na zimno (Nyström i in. 1996; Pastuszewska i in. 1996, 2001), jednak w badaniach na świniach (Migdał i in. 1998) parowanie nasion nie zwiększyło ich wartości odżywczej — 10% udział nasion parowanych w mieszance dla tuczników wpłynął niekorzystnie na wyniki tuczu, wydajność rzeźną i mięsność tuszy oraz opóźnił dojrzewanie płciowe loszek w podobnym stopniu jak nasion surowych. Również Dänicke i in. (1998) donoszą, że ogrzewanie rozdrobnionych nasion rzepaku nie zwiększało ich wartości AME_N u kurcząt i u kur.

Zwierzęta przeżuujące są mniej wrażliwe na działanie glukozynolanów niż nieprzeżuujące, drób jest mniej wrażliwy niż świnie, a zwierzęta starsze mniej wrażliwe niż młodsze. Z uwagi na niekorzystne działanie glukozynolanów nie zaleca się stosowania nasion i wytlóków rzepakowych w żywieniu loch i warchlaków, zawartość glukozynolanów w mieszankach dla tuczników nie powinna przekraczać 1 $\mu\text{M/g}$, w mieszankach dla drobiu rzeźnego 1,5 $\mu\text{M/g}$ mieszanki. Należałoby postulować, aby w wytlókach przeznaczonych na paszę deklarowano nie tylko zawartość białka i tłuszczu ale także glukozynolanów, co umożliwiłoby zwiększenie dopuszczalnych limitów ich stosowania w mieszankach paszowych.

Fityniany

Nasiona rzepaku zawierają około 7, a wytloki około 11 g fosforu w kg (Janocha i in. 2000; Normy Żywienia Drobiu 1996; Podkówka i in. 1994), jednak od 60 do 90% fosforu występuje w nich w formie fityn (Bell 1995). Fosfor fitynowy jest niedostępny dla zwierząt, ponadto fityny wiążą niektóre makro- i mikroelementy z diet rzepakowo-zbożowych, ograniczając ich wykorzystanie przez zwierzęta, szczególnie obniżona jest przyswajalność cynku z takich diet (Bell 1995). Również część białka w nasionach i wytlókach jest związana wiązaniami chelatowymi z fitynianami (Mothes i in. 1987). Uzupełnianie diet ze śrutą rzepakową fitazami pochodzenia mikrobiologicznego pozwala na zwiększenie strawności fosforu u świń z 20–30% do około 50% (Weremko i in. 2001). Dane dotyczące przyswajalności fosforu z wytlóków są dość skąpe. Rutkowski i Potkański (1995) podają, że kurczęta 2-tygodniowe przyswajały 31% fosforu z wytlóków (podawanych w diecie półsyntetycznej), a 4-tygodniowe 35%, przyswajalność fosforu zwiększała się stopniowo po dodaniu 250–1000 FTU fitazy/kg diety, do 44% u kurcząt młodszych i 53% u kurcząt starszych. Natomiast Janocha i in. (2000) stwierdzili, że kurczęta w wieku 5 tygodni przyswajały około 50% fosforu z wytlóków (podawanych jako jedyna pasza), po dodaniu 500 FTU fitazy/kg wytlóków przyswajalność P zwiększyła się do 58%, zwiększyły się także o około 2 punkty procentowe współczynniki strawności białka i tłuszczu. W literaturze nie znaleziono danych dotyczących wpływu temperatury wytłaczania na podatność fosforu fitynowego wytlóków na trawienie fitazami.

Związki fenolowe

W nasionach rzepaku znaleziono osiem różnych kwasów fenolowych; najwięcej jest kwasu sinapowego, występującego w formie wolnej lub w formie estrów, z których najważniejsza jest sinapina (ester kwasu sinapowego i choliny), stanowiąca od 1–2% nasion rzepaku (Bell 1995). Sinapina, dzięki gorzkiemu smakowi, pogarsza walory smakowe mieszanek z rzepakiem, co ma większe znaczenie u świń niż u drobiu. Sinapina ogranicza znacznie stosowanie nasion i wytlóków w mieszankach dla kur, znoszących jaja o brązowej skorupie, wywo-

dających się od kur Rhode Island Red. W stadach tych kur często występuje defekt genetyczny, powodujący obniżoną aktywność oksydazy trójmetyloaminy w wątrobie. Sinapina rzepaku jest przekształcana przez florę bakteryjną dolnych odcinków przewodu pokarmowego kur w trójmetyloaminę, substancję o nieprzyjemnym „rybim” zapachu, która u kur znoszących jaja o białych skorupach po wchłonięciu ulega przekształceniu w wątrobie w bezwonne tlenki. U kur obciążonych defektem genetycznym aktywność oksydazy trójmetyloaminy jest niewielka, wskutek czego przechodzi ona do krwiobiegu i do żółtek jaj nadając im nieprzyjemny „rybi” zapach. Oksazolidony powstające jako produkt rozpadu glukozynolanów dodatkowo obniżają aktywność oksydazy trójmetyloaminy, co powoduje nasilenie „rybiego” zapachu w jajach (Goh i in. 1985). Traktowanie hydrotermiczne obniża zarówno zawartość glukozynolanów, jak i sinapiny w nasionach i wytlókach. Jeroch i in. (1994) stwierdzili, że nasiona rzepaku zawierały 7,8 g sinapiny/kg, wytloki 9,7 g/kg, ogrzewanie nawilżonych nasion i wytlóków (45 min w temp. 100°C, 20% wilgotności) spowodowało obniżenie zawartości sinapiny, odpowiednio, do 0,4 i 0,5 g/kg. W badaniach tych skarmianie mieszanek zawierających nasiona i wytloki ogrzewane powodowało zmniejszenie zawartości trójmetyloaminy w jajach o około 75% w porównaniu z grupą otrzymującą nasiona i wytloki nieogrzewane.

Taniny

W nasionach rzepaku taniny stanowią około 1,5% smb, większość z nich znajduje się w łuskach, jednak są to głównie taniny skondensowane, występujące w formie nierozpuszczalnych kompleksów i nie mają większego wpływu na trawienie białka, chociaż mogą pogarszać absorpcję niektórych składników mineralnych i witamin w przewodzie pokarmowym (Bell 1995).

Z uwagi na zawartość powyższych składników o działaniu antyżywniowym ilość nasion lub wytlóków w mieszankach dla świń i drobiu należy ograniczać. U kur górną granicą, do której można stosować nasiona rzepaku jest 7,5% mieszanki, większy ich udział powoduje obniżenie nieśności (Świerczewska i in. 1996). U kurcząt dobre wyniki produkcyjne otrzymywano stosując mieszanki zawierające 8–10% nasion (Banaszkiewicz 1996; Nguyen i in. 2003; Świerczewska i in. 1996) lub 5–10% wytlóków (Banaszkiewicz i Osek 1996). U tuczników można stosować do 10% nasion rzepaku w mieszance (Osek i in. 1995), zależy to jednak od zawartości glukozynolanów w nasionach. U tuczników żywionych mieszanką zawierającą 12,2% wytlóków przyrost masy ciała i wykorzystanie paszy pogarszały się wraz ze zwiększaniem zawartości glukozynolanów w diecie z 1 do 2,35 $\mu\text{M/g}$ (Frankiewicz i in. 1995).

Wpływ nasion i wycieków rzepakowych na jakość produktów zwierzęcych

Wprowadzenie nasion rzepaku do mieszanek dla świń (Borowiec 1998; Migdał i in. 2001), nasion (Banaszkiewicz 1996; Nguyen i in. 2003; Świerczewska i in. 1996) lub wycieków (Banaszkiewicz i Osek 1966) do mieszanek dla kurcząt brojlerów powodowało obniżenie otłuszczenia tuszek, natomiast Łyczyński i in. (1995) podają, że mieszanka zawierająca 15% nasion rzepaku spowodowała zwiększenie otłuszczenia i obniżenie mięsności tuszy u świń. Wpływ mieszanek z nasionami rzepaku na zawartość cholesterolu w mięsie i jajach jest niejednoznaczny. Świerczewska i in. (1996) stwierdzili, że jego stężenie w wątrobie, mięśniach piersiowych i udowych kurcząt żywionych mieszanką z nasionami rzepaku było niższe niż u kurcząt kontrolnych, natomiast zawartość cholesterolu w jajach nie zmieniła się na skutek podawania mieszanki zawierającej 8% nasion rzepaku. W innych badaniach tego zespołu (Niemiec i in. 1998) w żółtkach jaj od kur żywionych mieszanką zawierającą 8% nasion rzepaku stwierdzono większą koncentrację tłuszczu i mniejszą cholesterolu niż w jajach od kur kontrolnych. Ajuyah i in. (1991) stwierdzili niewielkie zwiększenie otłuszczenia tuszek i brak istotnych zmian w koncentracji cholesterolu u kurcząt żywionych mieszanką zawierającą 10 lub 20% nasion rzepaku w stosunku do mieszanki kontrolnej. Chichłowska i in. (1995) nie stwierdzili podwyższenia poziomu cholesterolu w wątrobie i mięśniach świń żywionych mieszanką zawierającą 15% nasion rzepaku, natomiast Borowiec i in. (1998) oraz Migdał i in. (2001) stwierdzili obniżenie lub brak wpływu na poziom cholesterolu w mięsie schabu, a podwyższenie tego poziomu w mięsie szynki u świń żywionych mieszanką zawierającą 10% nasion rzepaku.

Wprowadzenie wycieków lub nasion rzepaku do diety kurcząt powoduje obniżenie zawartości nasyconych kwasów tłuszczowych, zwiększenie zawartości MUFA i PUFA i obniżenie proporcji n-6/n-3 PUFA w mięsie kurcząt (Ajuyah i in. 1991; Banaszkiewicz 1997; Mieczkowska i in. 2001; Nguyen i in. 2003; Świerczewska i in. 1996, 1997), świń (Borowiec i in. 1998; Migdał i in. 2001) i w jajach (Jeroch i in. 1994; Niemiec i in. 1998). Ponadto uzupełnienie dawek dla zwierząt przeżuwających (bydła, owiec, kóz) niewielką ilością nasion rzepaku powoduje zwiększenie zawartości w mleku sprzężonego kwasu linolowego (CLA), który podobnie jak kwasy z rodziny n-3, ma dodatni wpływ na zdrowie ludzi (Szumacher-Strabel i in. 1998). Wyniki dotyczące zakresu zmian w składzie kwasów tłuszczowych u świń i drobiu na skutek skarmiania mieszanek z nasionami lub wyciekami rzepakowymi są nieraz bardzo rozbieżne, na co ma wpływ m.in. skład kwasów tłuszczowych w mieszance kontrolnej, rodzaj tkanek pobranych do analizy (mięśnie, tkanka tłuszczowa, mięso z tłuszczem śródmięśniowym), a także precyzja metod analitycznych. W wielu pracach nie podaje się zawartości długołańcuchowych niezbe-

nych kwasów tłuszczowych z rodziny n-3, z których najważniejsze dla zdrowia ludzi są kwasy: eikozapentaenowy EPA ($C_{20:5\ n-3}$) i dokozaheksaenowy (DHA — $C_{22:6\ n-3}$), a także zawartości kwasu erukowego ($C_{21:1}$), który z kolei jest uważany za niepożądany w diecie ludzi. Udział dwu pierwszych jest większy w tkance mięśniowej, natomiast niewielki w tkance tłuszczowej, dlatego sposób pobrania próbek do analiz może mieć znaczący wpływ na otrzymywane wyniki. Ponadto dokładne oznaczenie długołańcuchowych kwasów tłuszczowych wymaga użycia odpowiedniej aparatury i wydłużenia czasu analizy.

Dotychczas opublikowane wyniki można podsumować następująco: wprowadzenie nasion rzepaku w ilości około 10% mieszanki pozwala na obniżenie stosunku n-6/n-3 PUFA w mięsie świń do 6–7 w porównaniu z 10–11 w grupie kontrolnej (Borowiec i in. 1998), w częściach jadalnych kurcząt do 4,7 w porównaniu z około 10 w grupie kontrolnej (Nguyen i in. 2003), w jajach od kur otrzymujących mieszankę z 7,5% nasion stosunek ten zmniejszył się do około 10 w porównaniu z 21 w grupie kontrolnej (Jeroch i in. 1994). Zmiany te następują głównie na skutek zwiększenia udziału kwasu linolenowego ($C_{18:3\ n-3}$), natomiast zawartość długołańcuchowych pochodnych tego kwasu (EPA i DHA) ulega niewielkiemu zwiększeniu, co wskazuje na ograniczone tempo syntezy tych kwasów. Kwas erukowy nie kumuluje się w mięśniach ani tkance tłuszczowej świń i kurcząt, jednak przy 10% udziale nasion lub wytlóków w mieszankach stanowi on około 0,1% sumy kwasów tłuszczowych (Banaszkiewicz 1997; Nguyen i in. 2003). Zwiększony udział kwasów nienasyconych może pociągać za sobą zwiększenie podatności tłuszczu na jęczenie oksydacyjne w trakcie przerobu i przechowywania, co może pogarszać ocenę organoleptyczną produktów zwierzęcych i negatywnie wpływać na ich wartość dla przetwórstwa. Badania przeprowadzone na świiniach (Schöne i in. 2002) wskazują na możliwość pogorszenia oceny sensorycznej mięsa świń żywionych mieszankami z wytlókami rzepakowymi, jednak w badaniach Banaszkiewicz (1997) i Kinal i in. (1990) mięso z kurcząt żywionych mieszanką z wytlókami uzyskało nieco wyższe oceny niż mięso kurcząt kontrolnych, a Jeroch i in. (1994) oraz Niemiec i in. (1998) nie stwierdzili pogorszenia smaku jaj po włączeniu nasion rzepaku do mieszanki.

Wnioski

Nasiona rzepaku 00 i wytloki rzepakowe 00 są cennym uzupełnieniem zbóż w mieszankach dla drobiu i świń, dostarczając białka o dobrym składzie aminokwasowym oraz wzbogacając mięso i jaja w niezbędne nienasycone kwasy tłuszczowe. Należy dążyć do dalszego obniżania poziomu glukozyolanów w rzepaku odmian 00 i monitorować ich poziom w wytlókach przeznaczonych na paszę, gdyż są one nadal czynnikiem limitującym stosowanie nasion i wytlóków z rzepaku 00 w żywieniu zwierząt monogastrycznych.

Conclusions

Rape seeds 00 and rapeseed 00 pressing cakes are valuable complements of cereals in feed mixtures for poultry and pigs, supplying protein of balanced amino acid content and enriching animal products in essential polyunsaturated long-chain fatty acids. Further efforts on lowering the glucosinolates level in 00 rapeseed, as well as monitoring glucosinolates level in rapeseed cakes used in feed mixtures are necessary. The level of glucosinolates is still the most important factor limiting the use of rape seeds 00 and rapeseed cake 00 in feed mixtures of monogastric animals.

Literatura

- Ajuyah A.O., Lee K.H., Hardin R.T., Sim J.S. 1991. Changes in the yield and in the fatty acid composition of whole carcass and selected meat portions of broiler chickens fed full-fat oil seeds. *Poultry Sci.*, 70: 2304-2314.
- Banaszkiewicz T. 1997. Wpływ produktów rzepakowych na wybrane wskaźniki jakości mięsa kurcząt brojlerów. *Rośliny Oleiste XVIII* (2): 565-573.
- Banaszkiewicz T., Osek M. 1996. Ocena wyników poubojowych kurcząt brojlerów żywionych mieszankami z udziałem wytlóków i śruty poekstrakcyjnej rzepakowej. *Rośliny Oleiste XVII* (2): 483-492.
- Banaszkiewicz T. 1996. Wpływ nasion rzepaku podwójnie ulepszonych i oleju na wyniki odchowu i skład tłuszczu sadelkowego kurcząt brojlerów. *Rośliny Oleiste XVII* (2): 493-500.
- Bell J.M. 1995. Meal and by-product utilization in animal nutrition. W: D.S. Kimber i D.I. McGregor (Eds.) *Brassica Oilseeds. Production and Utilization*. CAB International, University Press, Cambridge, 301-337.
- Borowiec F., Furgał K., Marszałek A. 1995. Wpływ zabiegów termicznych na zawartość glikozynolanów w nasionach rzepaku. *Rośliny Oleiste XVI* (2): 275-282.
- Borowiec F., Migdał W., Furgał K., Koczanowski J., Tuz R., Micek P. 1998. Wpływ udziału surowych lub parowanych nasion rzepaku w mieszankach pełnodawkowych na umięśnienie i skład chemiczny mięsa tuczników. *Rośliny Oleiste XIX* (1): 195-203.
- Buraczewski S. 1995. Pasze rzepakowe w żywieniu zwierząt nieprzeżuwających. W: *Rzepak – stan obecny i perspektywy*. Wyd. IFŻZ PAN, Jabłonna, 126-136.
- Chichłowska J., Kliber A., Szkudelski T., Urbaniak M., Lyczyński A. 1995. Porównanie modyfikacji hormonalnych i ich skutków metabolicznych po zastosowaniu poekstrakcyjnej śruty z rzepaku podwójnie ulepszonych i nasion rzepaku Polo w tuczu świń. *Rośliny Oleiste XVI* (2): 351-357.
- COBORU. 2001. Syntezy wyników doświadczeń rejestrowych. *Rośliny Oleiste*. 2000. Słupia Wielka.
- Dänicke S., Kracht W., Jeroch H., Zachmann R., Heidenreich E., Löwe R. 1998. Effect of different technical treatments of rapeseed on the feed value for broilers and laying hens. *Arch. Anim. Nutr.*, 51: 53-62.
- DLG – Futterwerttabellen-Schweine. 1991. DLG – Verlag, Frankfurt am Main.
- Dorszewski P., Podkówka Z., Szterk P., Podkówka W. 1996. Analiza składu chemicznego nasion, wytlóków i poekstrakcyjnej śruty rzepakowej. *Rośliny Oleiste XVII* (2): 441-446.
- European Table of Energy Values for Poultry Feedstuffs. 1986. Publ. By: Working Group No. 2. Nutrition. WPSA, Beekbergen, Holandia.

- Fornal J., Piskula M., Ostaszyk A., Walewski J., Kozłowska H. 1994. Charakterystyka procesu tłoczenia nasion rzepaku w prasie 02PVO. *Rośliny Oleiste* XV (2): 161-170.
- Frankiewicz A., Potkański A., Warych H., Kliber A., Szkudelski T. 1995. Wpływ poziomu glukozynolanów w wytlókach rzepakowych na wyniki produkcyjne u młodych świń. *Rośliny Oleiste* XVI (2): 375-381.
- Goh Y.K., Robblee A.R., Clandinin D.R. 1985. Influence of glucosinolates and free oxazolidinethione in a laying diet containing a constant amount of sinapine on the thyroid size and hepatic trimethylamine oxidase activity of brown-egg layers. *Can. J. Anim. Sci.* 65: 921-927.
- Janocha A., Osek M., Klocek B. 2000. Wpływ fitazy na wykorzystanie fosforu i składników pokarmowych z wytloku rzepakowego przez kurczęta brojlery. *Rośliny Oleiste*, XXI (2): 707-712.
- Jeroch H., Dänicke S., Zachmann R. 1994. Enrichment of egg yolk with polyunsaturated fatty acids by feeding untreated or hydrothermal treated rape seed and rape seed expeller to laying hens. *Proc. 9 European Poultry Conference, Glasgow, UK*, 395-396.
- Keith M.O., Bell J.M. 1991. Composition and digestibility of canola press cake as a feedstuff for use in swine diets. *Can. J. Anim. Sci.* 71: 879-885.
- Kinal S., Fritz Z., Jarosz L., Schleicher A. 1990. Nasiona, wytloki i śruta poekstrakcyjna z rzepaku odmiany Jantar w odchowie kurcząt rzeźnych. *Rocz. Nauk Zoot. Monografie i Rozprawy* 28: 251-260.
- Kliber A., Chichłowska J., Szkudelski T., Frankiewicz A., Potkański A. 1995. Poziom niektórych hormonów oraz wskaźników metabolizmu lipidowego we krwi warchlaków żywionych paszą o różnej zawartości wytlóków z nasion rzepaku bezerukowego i podwójnie ulepszanego. *Rośliny Oleiste* XVI (2): 359-364.
- Koreleski J., Fraś B., Kubicz M. 1990. Wpływ preparowania nasion rzepaku na jakość białka oraz zawartość energii metabolicznej. *Rocz. Nauk. Zoot.* 17 (1-2): 63-72.
- Lyczyński A., Czyżak-Runowska G., Urbaniak M., Kliber A. 1995. Wpływ zastąpienia w dawce pokarmowej poekstrakcyjnej śruty sojowej śrutą rzepakową lub nasionami rzepaku odmiany Polo na cechy rzeźne i jakościowe mięsa świń. *Rośliny Oleiste* XVI (2): 399-404.
- Mieczkowska A., Nguyen C.V., Smulikowska S. 2001. Effect of dietary fat on fatty acid composition of lipids from breast muscle and abdominal fat of broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.* 10, Suppl. 2: 279-284.
- Migdał W., Borowiec F., Pyś J.B., Koczanowski J., Barteczko J., Furgał K. 2001. Wpływ udziału pełnotłustej śruty sojowej, rzepakowej lub arachidowej w mieszankach pełnodawkowych dla tuczników na profil kwasów tłuszczowych i poziom cholesterolu w mięśniach szynki i schabu. *Rośliny Oleiste* XXII (1): 191-206.
- Migdał W., Koczanowski J., Tuz R., Borowiec F., Furgał K., Kamiński J. 1998. Wyniki tuczu i jakość tusz tuczników żywionych mieszankami pełnodawkowymi z udziałem surowych lub parowanych nasion rzepaku. *Acta Agr. Silv. Ser. Zoot.* 36: 103-113.
- Mothes R., Schwenke K.D., Zirwer D., Gast K., Welfle H. 1987. Investigation of rapeseed protein-phytic acid complexes. *Proc. 7 International Rapeseed Congress, Poznań*, t. 6: 1590-1594.
- Nguyen C. V., Smulikowska S., Mieczkowska A. 2003. Effect of linseed and rapeseed or linseed and rapeseed oil on performance, slaughter yield and fatty acid deposition in edible parts of carcass in broiler chickens. *J. Anim. Feed Sci.* 12: 271-288.
- Niemiec J., Stępińska M., Świerczewska E., Riedel E. 1998. Wpływ nasion rzepaku podwójnie ulepszanego na jakość morfologiczną jaj i na zawartość wielonienasyconych kwasów tłuszczowych w jajach. *Rośliny Oleiste* XIX (1): 167-173.
- Normy Żywienia Drobiu. Zalecenia żywieniowe i wartość pokarmowa pasz. Wyd. 3. 1996. Praca zbiorowa, red. S. Smulikowska. Wyd. IFŻZ PAN, Jabłonna.
- Normy Żywienia Świń. Wartość pokarmowa pasz. 1993. Praca zbiorowa. Wyd. IFŻZ PAN, Jabłonna.

- Nyström R., Pastuszewska B., Buraczewska L., Tulisalo U., Ochtabińska A. 1996. Effects of pressing technology of oil separation and heat treatment on the protein value of low-glucosinolate rapeseed cake for non-ruminants. *J. Anim. Feed Sci.* 5: 235-248.
- Osek M., Klocek B., Janocha A. 1995. Nasiona rzepaku w żywieniu tuczników. *Rośliny Oleiste XVI* (2): 405-412.
- Pastuszewska B., Dakowski P., Jabłecki G., Buraczewska L., Ochtabińska A., Święch E., Matyjek R., Taciak M. 2001. Wpływ warunków tostowania śruty i ogrzewania odtłuszczonego wytloku rzepakowego na wartość pokarmową białka ocenianą na podstawie wskaźników *in vitro* i *in vivo*. *Rośliny Oleiste XXII* (1): 241-246.
- Pastuszewska B., Ochtabińska A. 1996. Wartość odżywcza wytlóków rzepakowych. *Rośliny Oleiste XVII* (2): 469-475.
- Podkówa W., Podkówa Z., Dorszewski P. 1994. Wartość pokarmowa wytlóków z nasion rzepaku otrzymany przy zastosowaniu prasy 02PVO. *Rośliny Oleiste XV* (1): 177-182.
- Rutkowski A., Potkański A. 1995. Poprawa wykorzystania fosforu fitynowego z poekstrakcyjnej śruty rzepakowej poprzez zastosowanie fitazy w badaniach na kurczętach. *Rośliny Oleiste XVI* (2): 369-374.
- Schöne F., Tischendorf F., Kirchheim U., Reichardt W., Bargholz J. 2002. Effects of high fat rapeseed press cake on growth, carcass, meat quality and body fat composition of leaner and fatter pig crossbreeds. *Anim. Sci.*, 74: 285-297.
- Smulikowska S., Pastuszewska B., Mieczkowska A., Ochtabińska A. 1997. Chemical composition, energy value for chickens, and protein utilization in rats of rapeseed expeller cakes produced by different pressing technologies. *J. Anim. Feed Sci.* 6: 109-121.
- Smulikowska S., Pastuszewska B., Ochtabińska A., Mieczkowska A. 1998. Composition and nutritional value for chickens and rats of seeds, cake and solvent meal from low-glucosinolate yellow seeded spring rape and dark seeded winter rape. *J. Anim. Feed. Sci.* 7: 415-428.
- Smulikowska S., Chibowska M., Wiśniewska J. 1990. Wpływ rzepaku niskoglukozynolanowego – nasion, wytloku lub śruty poekstrakcyjnej na wydajność, masę tarczycy i skład kwasów tłuszczowych u kurcząt brojlerów. *Zesz. Probl. IHAR, Rośliny Oleiste* (1): 100-105.
- Smulikowska S., Wiśniewska J. 1989. The effect of grinding of rape seeds on apparent metabolizable energy and digestibility of fat in growing chicks. *Proc. III Polish-Czechoslovakian Symposium on Avian Physiology, Kraków*, 99.
- 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. *J. Anim. Feed Sci.* 9: 283-296.
- Szulec R. M. 1995. Stan olejarstwa polskiego i jego najbliższe perspektywy rozwojowe. *Rośliny Oleiste XVI* (2): 315-322.
- Szumacher-Strabel M., Potkański A., Cieślak A., Stanisławski D. 2001. Wpływ dodatku oleju rzepakowego do dawki pokarmowej dla owiec na poziom sprzężonego kwasu linolowego w mleku. *Rośliny Oleiste XXII* (2): 509-515.
- Świerczewska E., Mroczek J., Niemiec J., Słowiński M., Jurczak M., Siennicka A., Kawka P. 1997. Broiler chicken performance and meat quality depending on the type of fat in feed mixtures. *J. Anim. Feed Sci.* 6: 379-389.
- Świerczewska E., Niemiec J., Riedel J., Siennicka A. 1996. Wyniki produkcji i jakość mięsa kurcząt brojlerów oraz jakość jaj niosek żywionych mieszankami zawierającymi nasiona rzepaku. *Rośliny Oleiste XVII* (2): 501-509.
- Weremko D., Fandrejewski H., Raj S., Skiba G. 2001. Enzymatic efficiency of plant and microbial phytase in cereal-rapeseed diets for growing pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 10: 649-660.