

Poziom białka i aminokwasów w diecie a wydalanie azotu i produktywność świń

Justyna Więcek, Jacek Skomial

*Katedra Szczegółowej Hodowli Zwierząt, Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego
ul. Przejazd 4, 05-840 Brwinów*

Słowa kluczowe: świnie, białko, aminokwasy, wydalanie azotu

Wstęp

Białko w dawkach dla tuczników jest nie tylko czynnikiem decydującym o ilości i jakości uzyskiwanego produktu, ale może być również źródłem zanieczyszczenia środowiska. Według Marcinkowskiego [34], rolnicze źródła amoniaku w ogólnym bilansie amoniaku emitowanego do atmosfery stanowią 98–99%, a pozarolnicze, takie jak gospodarka komunalna, przemysł, energetyka i transport, mają mało istotne znaczenie i w krajach wysoko rozwiniętych nie przekraczają 2%.

W produkcji rolniczej głównym źródłem amoniaku są odchody zwierzęce gromadzone, przechowywane i stosowane w większości gospodarstw jako nawóz w postaci obornika, gnojówki i w mniejszym stopniu w postaci gnojowicy. Szacuje się, że 22% azotu trafiającego do atmosfery z produkcji rolniczej pochodzi z chowu świń [32]. Ilość azotu wydalonego do środowiska w przeliczeniu na jedno stanowisko w tuczarni w ciągu roku wynosi ok. 10,5 kg, a ze stanowiska dla jednej lochy ok. 28 kg [24]. Ilość emitowanego amoniaku do środowiska z odchodów zwierzęcych zależy od sposobu i czasu ich magazynowania oraz użytkowania jako nawozu i sięgać może nawet 50%. Ulatniający się z odchodów amoniak szybko wraca z opadami na powierzchnię ziemi i przyczynia się do zanieczyszczenia i eutrofizacji wody oraz zakwaszania ekosystemów naturalnych. Emisja amoniaku do atmosfery stanowi więc zagrożenie dla środowiska przyrodniczego, szczególnie na obszarach o dużej koncentracji produkcji zwierzęcej.

Ze względu na znaczne zanieczyszczenie środowiska naturalnego wydaje się uzasadnione, aby intensyfikację produkcji zwierzęcej rozpatrywać razem z zagadnieniami ekologicznymi. Głównymi czynnikami prowadzącymi do zmniejszenia wydalania

azotu przez świnie jest precyzyjne określenie zapotrzebowania na białko i aminokwasy niezbędne oraz dokładniejsze zbilansowanie dawek pokarmowych. Polskie Normy Żywienia Świń [37] w porównaniu z normami innych krajów [10, 11] zalecają wysoki poziom białka ogólnego, co sprzyja znacznemu wydalaniu azotu przez świnie i zanieczyszczeniu środowiska.

Poziom białka

Jednym z najważniejszych problemów w żywieniu zwierząt monogastrycznych jest zaopatrzenie ich w białko. Z jednej strony wysoki poziom białka wpływa na skrócenie okresu tuczu i poprawę cech rzeźnych, z drugiej natomiast powoduje z reguły zwiększone wydalanie azotu. Zmniejszenie koncentracji białka w mieszankach, pozwalające na zmniejszenie wydalania azotu, prowadzi jednak często do pogorszenia wyników tuczu [14, 29, 36] oraz jakości tusz [28, 29, 36].

W doświadczeniu Rao i McCrackena [40] zmniejszenie zawartości białka z 282/246 g (odpowiednio w pierwszym i drugim okresie tuczu) do 178/151 g w 1 kg suchej masy w mieszankach dla tuczników o masie ciała od 33 do 88 kg spowodowało pogorszenie przyrostów (o ok. 10%) i większe otłuszczenie tusz ($P \leq 0,01$). Adeola i Young [1] w tuczu od 20 do 102 kg, stosując diety kukurydziano-sojowe o dwóch poziomach białka: 21 i 13%, stwierdzili, że przy 13% tego składnika okres tuczu wydłużył się o 31 dni oraz pogorszyła się jakość tuszy: zwiększyła się grubość słoniny grzbietowej ($P \leq 0,05$), zmniejszyła powierzchnia oka polędwicy ($P \leq 0,01$) oraz zwiększyła się zawartość tłuszczu w szynce i polędwicy ($P \leq 0,05$).

Obniżenie poziomu białka w dietach kukurydziano-sojowych z 19 do 15%, z 15 do 11% i z 14 do 11% dla świń o masie odpowiednio od 8,6 do 21,1 kg, od 21,1 do 55,2 kg i od 55,2 do 92,6 kg spowodowało zmniejszenie przyrostów dobowych o 12, 17 i 8% w poszczególnych okresach żywieniowych oraz gorsze wykorzystanie paszy [29]. Obniżenie poziomu białka miało również negatywny wpływ na jakość rzeźną pozyskiwanych tusz: stwierdzono mniejszą powierzchnię oka polędwicy, grubszą warstwę tłuszczu grzbietowego oraz większy procent tłuszczu w mięśni najdłuższym grzbiecie. W doświadczeniu na zwierzętach o początkowej masie ciała ok. 22 kg, żywionych dietami kukurydziano-sojowymi zawierającymi 16 lub 12% białka ogólnego, wykazano mniejsze wydalanie azotu o około 10%, ale również mniejsze przyrosty dobowe o około 17% [28].

Quiniou i in. [39] stwierdzili, że świnie o masie ciała 20–50 kg różnie wykorzystują białko paszy w zależności od jego ilości w dawce. Zwierzęta pobierające pasze zawierające 17,7% białka ogólnego w porównaniu z mieszankami o zawartości 24,3% białka ogólnego odkładały więcej energii w postaci tłuszczu (odpowiednio 7,96 i 4,94 MJ dziennie), a mniej energii w postaci białka (odpowiednio 3,19 i 4,02 MJ dziennie).

Poziom białka a skład aminokwasowy

Jak wynika z wielu prac, ustalaniu optymalnej ilości białka w paszy towarzyszyć musi bilansowanie aminokwasów egzogennych, ponieważ synteza białka w organizmie jest ograniczona aminokwasem występującym w niedoborze. Potrzeba bilansowania aminokwasów wynika z postępu genetycznego prowadzącego do zwiększonego odkładania białka, szybszego tempa wzrostu zwierząt (zmiany zapotrzebowania), wymagań konsumentów poszukujących mięsa chudego, zwłaszcza chudej wieprzowiny, oraz konieczności zmniejszenia zużycia energii i białka, a więc i kosztów produkcji. W paszach dla świń najczęściej w niedoborze występują: lizyna, a w dalszej kolejności metionina, treonina i tryptofan [37]. Właściwe zbilansowanie aminokwasów pozwala na ekonomiczniejsze gospodarowanie białkiem. Niezbilansowanie aminokwasów powoduje natomiast zwiększone zanieczyszczenie środowiska związkami azotowymi [43]. Im bardziej zawartość aminokwasów w białku paszy jest zgodna z zapotrzebowaniem na aminokwasy niezbędne, tym lepsza jest jakość białka paszowego, lepsze jest wykorzystanie azotu i mniejsze są jego straty w moczu [30, 48]. Niedokładne zbilansowanie aminokwasów w dawkach pokarmowych prowadzi do zwiększenia ilości azotu wydalanego w moczu także dlatego, że wchłanianie poszczególnych aminokwasów zależy również od ich wzajemnych proporcji; np. występująca w dużej ilości arginina hamuje wchłanianie lizyny, a wysoki poziom leucyny spowalnia tempo wchłaniania lizyny, argininy, waliny i izoleucyny [4].

Zamiast wysokowartościowych pasz białkowych pochodzenia zwierzęcego ze względów ekonomicznych lub oczekiwań części konsumentów wprowadza się pasze białkowe pochodzenia roślinnego. W celu zmniejszenia niedoborów aminokwasów niezbędnych, a tym samym obniżenia produktywności zwierząt, zwiększa się zawartość białka w paszy, aby w pełni pokryć zapotrzebowanie na aminokwasy ograniczające. Oznacza to, że np. przy stosowaniu mieszanki zbożowo-sojowej nadmiar większości aminokwasów (endogennych i niektórych egzogennych) wynosi średnio 30, a nawet 40% [32], bowiem u rosnących świń tylko 1/3 ilości podawanego azotu wbudowywana jest w białko ciała. Dourmad i Henry [13] podają, że tucznik o masie ciała 60 kg, pobierając dziennie 60 g azotu, wykorzystuje na odłożenie białka tylko 20 g. Pozostała ilość, tj. 40 g, wydalana jest w kale (8,8 g), a reszta w moczu (31,2 g).

Zmniejszenie ilości białka w paszy zmierzające do poprawy jego wykorzystania i ograniczenia wydalania azotu do środowiska nie powinno przekraczać pewnej granicy, gdyż może wystąpić zjawisko „egzogenności” aminokwasów endogennych. Oznacza ono brak możliwości syntezy aminokwasów endogennych w organizmie zwierzęcia na skutek niedoboru odpowiednich substratów przy jednocześnie stosunkowo wysokiej ilości aminokwasów egzogennych [25]. Według Markert i in. [35], dla świń o masie ciała 40 kg i wartości energetycznej skarmianej paszy ok. 13 MJ EM w 1 kg, w diecie powinno być minimum 13% białka ogólnego. W przeprowadzonym przez tych autorów doświadczeniu bilansowym na loszkach o masie ciała około 50 kg,

przy stałym poziomie białka ogólnego, różnicowano poziom lizyny z zachowaniem stosunku aminokwasów egzogennych, zbliżonym do wzorca „białka idealnego” wg Wanga i Fullera [47]; stwierdzono liniowy wzrost retencji N przy zawartości lizyny w białku od 5 do 7%. Zwiększenie zawartości lizyny w białku paszy ponad 7% nie miało wpływu na wyniki bilansu azotu. Przy poziomie lizyny w białku wynoszącym 7% wydalanie azotu w odchodach zmniejszyło się o 30%, co spowodowało poprawę wykorzystania białka z 42,4 do 61,8%, a jego wartość biologiczna wzrosła z 65 do 85%. Zalecany przez autorów „ekologiczny” stosunek lizyny do energii wynosi 0,76 g na 1 MJ EM.

Dodatek tylko samej lizyny do diet zbożowych pozwala zwiększyć retencję azotu o ponad 20% i tym samym obniżyć jego wydalanie w moczu o 20–30% [44], natomiast dodatek lizyny, treoniny i metioniny lub lizyny i treoniny zmniejsza wydalanie azotu w odchodach nawet o 45 do 58 % [48]. Z krajowych badań Flis i Sobotki [18] wynika, że dodatek lizyny i metioniny do diety zbożowo-łubinowej zmniejszył wydalanie azotu w moczu o około 14%.

W diecie opartej na jęczmieniu i poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej „00” dodatek 3,5 g lizyny dziennie zwiększył tempo wzrostu o 6,5% ($P \leq 0,05$) i poprawił wykorzystanie paszy o 7% ($P \leq 0,05$) [7]. Znaczna zawartość aminokwasów siarkowych w poekstrakcyjnej śrucie rzepakowej [37] powoduje, że dieta z udziałem śruty wymaga tylko uzupełnienia lizyną. Dodatek lizyny do mieszanki ze śrutą poekstrakcyjną rzepakową, dostosowany ilościowo do większej zawartości metioniny, poprawił wskaźniki tuczne i rzeźne [17].

Na podstawie badań bilansowych na tucznikach, w których stosowano żywienie wielofazowe, a mieszanki uzupełniano aminokwasami krystalicznymi, stwierdzono że przy żywieniu 4-fazowym paszami zawierającymi w białku 7% lizyny możliwe jest zredukowanie wydalania azotu aż o 56% w porównaniu z żywieniem 1-fazowym, w którym stosuje się pasze o 5-procentowej zawartości lizyny w białku [31].

Jak wynika z cytowanych wyżej prac, zawartość białka w paszy dla tuczników powinna być rozpatrywana w powiązaniu z bilansowaniem aminokwasów egzogennych.

Stosowanie diet niskobiałkowych, ale pokrywających zapotrzebowanie na aminokwasy niezbędne, powoduje zmniejszenie wydalania azotu w odchodach, co ma korzystny wpływ na poprawę mikroklimatu w chlewni. Przy obniżeniu poziomu białka ogólnego ze 169 do 156 g w 1 kg mieszanki w pierwszym i ze 146 do 135 g w drugim okresie tuczu oraz dodatku aminokwasów krystalicznych — lizyny, metioniny, treoniny i tryptofanu — wydalanie azotu w kale i moczu zostało obniżone o 20% [20].

Wysoki poziom wyników użytkowości tucznej z jednoczesnym zmniejszeniem zawartości białka w paszy z 16,5 do 12,5% w tuczu od masy 30 do 75 kg i z 13 do 10,5% powyżej 75 kg można uzyskać poprzez dodatek krystalicznej lizyny, metioniny i treoniny w takiej ilości, aby zawartość tych aminokwasów była taka sama jak w mieszance wysokobiałkowej [49]. Nieuzupełnienie niedoborów aminokwasów niezbędnych w paszach niskobiałkowych wpłynęło na zmniejszenie przyrostów i po-

wierzchni oka połędwicy odpowiednio o około 15 i 25% zarówno w stosunku do grupy żywionej paszą wysokobiałkową, jak i niskobiałkową, ale uzupełnioną aminokwasami krystalicznymi.

Hansen i in. [23], prowadząc badania na prosiętach (5–20 kg), stwierdzili, że można obniżyć poziom białka ogólnego w paszy z 21 do 17% bez ujemnego wpływu na przyrosty dobowe, ale poziom lizyny ogólnej (1,15%) i lizyny strawnej (0,95%) powinien być taki sam jak w mieszankach o wyższej koncentracji białka.

Korzystny wpływ dodatku lizyny do mieszanek niskobiałkowych (14, 11,5 i 11% białka ogólnego w 1 kg paszy w tryfazowym żywieniu od masy ciała 24 do 47 kg, od 47 do 75 kg i od 75 do 93 kg w porównaniu z paszami wysokobiałkowymi: 16, 13 i 12%) stwierdzili także Easter i Baker [14]. W przeprowadzonym doświadczeniu świnię otrzymujące mieszanki uzupełnione lizyną rosły o 15% szybciej w porównaniu z żywionymi paszami bez dodatku tego aminokwasu.

Uzupełnienie pasz niskobiałkowych aminokwasami krystalicznymi nie pogarsza, w porównaniu z grupami żywionymi paszami wysokobiałkowymi, przyrostów dobowych i wykorzystania paszy, może jednak powodować zwiększenie grubości słoniny grzbietowej [46, 49, 52].

Susenbeth i in. [44], w doświadczeniu przeprowadzonym na 8 grupach tuczników, badali wpływ diet jęczmienno-pszenno-sojowych o czterech poziomach białka ogólnego (133, 177, 222 i 267 g w 1 kg suchej masy) i dwóch poziomach lizyny (3,65 i 5,05 g na 16 g N) na wyniki produkcyjne i bilans azotu. Najlepsze przyrosty dobowe (931 g) w pierwszym okresie tuczu (44–63 kg) miały zwierzęta otrzymujące paszę o największej zawartości białka i lizyny, odpowiednio 270 i 13,7 g w 1 kg suchej masy, a w drugim okresie tuczu (63–100 kg) świnię pobierające paszę o zawartości 222 g białka ogólnego i 11,3 g lizyny w 1 kg suchej masy (1015 g). Zużycie paszy na 1 kg przyrostu było mniejsze (nawet o 12%) w grupach zwierząt żywionych paszami z większym dodatkiem lizyny (5,05 g na 16 g N). Zwiększający się poziom białka powodował wzrost przyrostów dziennych, mniejsze zużycie paszy oraz lepszą mięsność tuczników. Dodatek lizyny poprawił mięsność tuczników. Wyniki bilansu azotu wykazały, że dodatek lizyny nie wpłynął na ilość azotu wydalonego w kale, ale zmniejszył ilość azotu wydalonego w moczu nawet o 23%, co wpłynęło na zwiększenie dziennej retencji azotu o około 35%. W wyniku zwiększającego się poziomu białka ze 133 do 222 g w 1 kg suchej masy zmniejszało się wydalanie azotu w kale o 15–30%. Jednak przy diecie zawierającej 267 g białka nie stwierdzono dalszego obniżenia zawartości N w kale, był on podobny jak u zwierząt z grupy otrzymującej paszę o zawartości 222 g białka w 1 kg suchej masy.

Na podstawie wyników licznych badań stwierdzono, że w większości pasz lizyna jest pierwszym aminokwasem ograniczającym odkładanie białka w ciele świń i dlatego w stosunku do niej określa się zapotrzebowanie na pozostałe aminokwasy. Według krajowych norm żywienia świń [37], dla tuczników przyrastających 800 g dziennie stosunek lizyny do metioniny z cystyną, treoniny i tryptofanu (zawartość ogólna) po-

winien wynosić 100 : 62 : 64 : 20, przy zawartości lizyny 0,77 i 0,64 g w 1 MJ EM oraz 5,5 i 5,3 g na 100 g białka ogólnego odpowiednio w pierwszym i drugim okresie tuczu.

Askbrant i in. [2], żywiąc zwierzęta od masy ciała 22 do 110 kg paszami zawierającymi 15,8 i 13,5% białka, stwierdzili na podstawie przyrostów dobowych, że stosunek lizyny do treoniny powinien wynosić 100 do 62 (8,4 g lizyny i 5,2 g treoniny w 1 kg mieszanki). Większy dodatek treoniny, a więc zmiana proporcji aminokwasów, nie wpłynęła na dalszą poprawę cech tucznych.

Niewiele jest prac wskazujących na to, że lizyna nie jest pierwszym aminokwasem ograniczającym odkładanie białka. Wynikać to może przede wszystkim z różnicy w składzie aminokwasowym surowców używanych do produkcji mieszanek paszowych. W zależności od składu aminokwasowego komponentów mieszanek, oprócz lizyny, aminokwasami ograniczającymi mogą być: metionina, treonina i tryptofan, a także walina. Stosując diety kukurydziano-sojowe z obniżonym poziomem białka, Corley i Easter [8] stwierdzili, że u prosiąt drugim po lizynie aminokwasem ograniczającym odkładanie białka był tryptofan, a trzecim treonina, co wynikało z niskiej zawartości tryptofanu w śrucie kukurydzianej.

Russell i in. [41], podając tucznikom w pierwszym okresie tuczu (od masy 23 do 40 kg) mieszankę kukurydziano-sojową z obniżoną zawartością białka ogólnego z 16 do 11% i dodatkiem lizyny, treoniny i tryptofanu, stwierdzili, że podawana pasza nie wymaga uzupełnień aminokwasami siarkowymi (metioniną i cystyną). Autorzy ci uznali, że kolejnym po lizynie, treoninie i tryptofanie aminokwasem limitującym odkładanie białka była walina. Taylor i in. [45] stwierdzili na podstawie wyników tuczu, oceny rzeźnej tusz i zawartości mocznika we krwi, że dla świń o masie ciała 25–55 kg, żywionych mieszanką jęczmienno-sojową z dodatkiem mączki rybnej, pierwszym aminokwasem ograniczającym odkładanie białka była treonina.

Jak wynika z licznych badań, wielkość dodatku aminokwasów krystalicznych zależy nie tylko od wieku zwierząt, ale od rodzaju pasz białkowych w mieszankach. Aminokwasy z różnych pasz mogą być różnie wykorzystywane przez zwierzęta z powodu zróżnicowanej strawności białka i poszczególnych aminokwasów. Całkowicie strawne są jedynie aminokwasy krystaliczne, natomiast jelitowa strawność aminokwasów paszowych jest różna i zależy m.in. od źródła białka, zawartości włókna pokarmowego i obróbki termicznej pasz. W pracy Dohmsa i Susenbetha [12] lizyna pochodząca z kazeiny, grochu i rzepaku w porównaniu z lizyną krystaliczną była trawiona przez świny o masie 15–30 kg odpowiednio w 97, 92 i 86%.

W badaniach Fandrejewskiego [16] nad zastosowaniem różnych źródeł białka, a mianowicie: mleka, rzepaku i soi stwierdzono, że przy takim samym poziomie białka i lizyny wyniki tuczu były zbliżone. Podobne wyniki otrzymano porównując soję, bobik i groch [21]. O powodzeniu tuczu decyduje zatem odpowiedni poziom aminokwasów i proporcje między nimi w paszy, a rodzaj źródła białka jest mniej istotny. O przyrostach dziennych tuczników w większym stopniu decydować może poziom samej lizyny (korelacja $r = 0,80$) niż poziom białka ogólnego ($r = 0,62$) [16]. Ilościowe zastąpienie białka

poekstrakcyjnej śrutu sojowej białkiem łubinu i rzepaku [17] oraz białkiem łubinu i mączki rybnej [33] bez zbilansowania aminokwasów egzogennych spowodowało natomiast pogorszenie tempa wzrostu tuczników i wzrost otluszczenia tusz.

Sposób bilansowania aminokwasów

Bilansowanie aminokwasów na podstawie ich zawartości w paszy lub strawności ogólnej jest nieprecyzyjne, wykazano bowiem, że stopień strawienia białka w jelicie cienkim jest mniejszy i bardziej zróżnicowany, niż na to wskazują współczynniki strawności ogólnej oznaczone metodą klasyczną [50]. Wykazano również, że strawność poszczególnych aminokwasów w jelicie cienkim nie jest jednakowa i różni się od stopnia strawności jelitowej białka ogólnego. Zwierzęta wykorzystują aminokwasy, które zostaną wchłonięte do końca jelita cienkiego, a więc procesy zachodzące w tej części przewodu pokarmowego mają istotne znaczenie [53]. Aminokwasy niewchłonięte w jelicie cienkim przechodzą do jelita grubego, gdzie podlegają fermentacji bakteryjnej. Wprawdzie w jelicie grubym aminokwasy także mogą być wchłaniane, ale w tak niewielkich ilościach, że nie ma to większego znaczenia dla zwierzęcia [38]. W jelicie grubym, w wyniku fermentacji bakteryjnej, część aminokwasów jest wykorzystywana do budowy białka bakteryjnego i w tej postaci wydalana z kałem, część, po rozkładzie do prostych związków wchłanianych w jelicie grubym, zostaje wydalona z moczem, głównie w postaci mocznika [6].

Na podstawie licznych badań stwierdzono, że współczynniki pozornej strawności jelitowej wielu aminokwasów na ogół różnią się od współczynnika strawności białka danej paszy [6, 15]. Stąd dla praktyki wprowadzono zalecenia, w których zarówno zapotrzebowanie, jak i ilość aminokwasów w surowcach paszowych dla świń wyrażane są w ilości aminokwasów pozornie lub rzeczywiście strawnych do końca jelita cienkiego [26]. Strawność poszczególnych aminokwasów jest jednak bardzo zróżnicowana, dlatego należy uwzględnić strawność każdego z nich [19].

W 1990 roku w Holandii [9] opublikowano tabele pozornej strawności jelitowej lizyny, metioniny, metioniny i cystyny, treoniny i tryptofanu większości pasz stosowanych w żywieniu świń. W 1993 roku firma „Degussa AG” podała za CVB [9] tabele zawartości białka i aminokwasów strawnych do końca jelita cienkiego oraz zalecenia dotyczące ich zawartości w mieszankach pełnoporcjowych w przeliczeniu na jednostkę energii metabolicznej (w Holandii wartość energetyczna pasz jest wyrażona energią netto) [6]. Według Justa i in. [27], strawność jelitowa aminokwasów jest lepszym wskaźnikiem przy bilansowaniu aminokwasów niż strawność ogólna, chociaż w badaniach Batterhama i in. [3] oraz Wisemana i in. [51] nie stwierdzono znaczących różnic między tymi wartościami. W 1994 roku w Holandii [10] zmieniono zalecenia dotyczące proporcji aminokwasów w stosunku do lizyny przyjętej za 100: metionina = 32, metionina z cystyną = 59, treonina = 57 i tryptofan = 18. Porównując mieszanki

pełnodawkowe, w których aminokwasy bilansowano według zaleceń holenderskich — aminokwasy strawne [10] (bilansowanie aminokwasów w stosunku do energii metabolicznej), niemieckich — aminokwasy ogólne [11] i polskich — aminokwasy ogólne [37], stwierdzono, że zalecenia krajowe są wyższe od zaleceń niemieckich i podobne lub nieco wyższe od zaleceń holenderskich.

W doświadczeniu Buraczewskiej i Buraczewskiego [5] porównano wykorzystanie białka przez świnie żywione czterema mieszankami o różnym składzie surowcowym, które uzupełniono aminokwasami wg zapotrzebowania na aminokwasy ogólne [11] lub na aminokwasy strawne do końca jelita cienkiego [10]. Mieszanki bilansowane na podstawie zawartości aminokwasów strawnych wymagały dodatku większej ilości aminokwasów krystalicznych. Zwierzęta żywione mieszankami sporządzonymi wg zaleceń holenderskich miały nieco lepsze przyrosty dobowe (około 3%) i zużywały mniej paszy na 1 kg przyrostu, ale uzyskane różnice między grupami nie były statystycznie istotne. Zróżnicowane uzupełnienie aminokwasami wg dwóch sposobów bilansowania nie wpłynęło na strawność azotu. Otrzymane wyniki wskazują na większy dodatni efekt bilansowania mieszanek wg zapotrzebowania na aminokwasy strawne w tuczu młodszych świń.

Bardziej widoczne korzyści przemawiające za bilansowaniem mieszanek na podstawie aminokwasów strawnych są wtedy, gdy w skład dawki pokarmowej wchodzi pasze poddane procesom termicznym. Grala i in. [22] stwierdzili, że o wartości pokarmowej śruty rzepakowej decyduje nie tylko skład chemiczny, lecz również temperatura, warunki i czas tostowania. Procesy termiczne i barotermiczne [42] obniżają zawartość dostępnej lizyny w wyniku tworzenia się aminocukrów w reakcji między cukrami redukującymi i wolnymi grupami aminowymi. Oprócz lizyny w reakcjach tych mogą uczestniczyć również inne aminokwasy, jak np.: arginina, tryptofan oraz cysteina, jednak w związku z tym, że lizyna jest aminokwasem najczęściej ograniczającym jakość białka, należy brać pod uwagę zmniejszenie jej dostępności w wyniku procesów termicznych.

Podsumowanie

Ustalenie optymalnej zawartości białka w mieszankach dla świń powinno uwzględniać wyniki produkcyjne, jakość rzeźną, a także ograniczenie wydalania azotu do środowiska. Wydaje się, że zawartość, poniżej której nie należy obniżać ilości białka ogólnego w paszach, wynosi około 15% w pierwszym i około 12% w drugim okresie tuczu. Dalsze obniżanie zawartości białka, pomimo zmniejszenia wydalania azotu, może mieć ujemny wpływ na wyniki produkcyjne. Czynnikiem warunkującym dobre wykorzystanie tego składnika jest strawność i dostępność aminokwasów do końca jelita cienkiego. Najczęściej zalecanym „ekologicznym” poziomem lizyny jest 0,76 g na 1 MJ EM, a ilość pozostałych aminokwasów ograniczających w

stosunku do lizyny powinna wynosić około 60–65% dla metioniny z cystyną i dla treoniny oraz około 18–20% dla tryptofanu. Proporcje te zależą jednak od sposobu bilansowania aminokwasów oraz ich dostępności w głównych komponentach paszowych. Uwzględniając zalecenia zawarte w różnych normach żywienia oraz dane literaturowe, można sądzić, że krajowe zalecenia żywienia świń w zbyt małym stopniu uwzględniają czynnik ekologiczny, co może być niekorzystne przy zwiększaniu towarowości gospodarstw, związanej ze wzrostem liczby zwierząt.

Literatura

- [1] Adeola O., Young L.G. 1989. Dietary protein-induced changes in porcine muscle respiration, protein synthesis and adipose tissue metabolism. *J. Anim. Sci.* 67: 664–673.
- [2] Askbrant S., Hakansson J., Andersson K., Svensson C., Mamlöf K. 1994. A short note on the effects of low-protein diets supplemented with biosynthetic amino acids on growing-finishing pig performance. *Swedish J. Agric. Res.* 24: 115–118.
- [3] Batterham E.S., Andersen L. M., Baigent D. R., Darnell R. E. 1990. A comparison of the availability and ileal digestibility of lysine in cottonseed and soya-bean meals for grower/finisher pigs. *Br. J. Nutr.* 64: 663–677.
- [4] Buraczewska L. 1976. Badania nad wchłanianiem produktów hydrolizy białka w różnych częściach jelita cienkiego świń. Rozprawy habilitacyjne, Zeszyt 5, Jabłonna.
- [5] Buraczewska L., Buraczewski S. 1997. Wykorzystanie przez świnię białka paszy zbilansowanego według zapotrzebowania na aminokwasy ogólne lub strawne. Mat. konf. Współczesne zasady żywienia świń (2). Jabłonna: 60–64.
- [6] Buraczewski S., Buraczewska L. 1997. Normowanie białka na podstawie aminokwasów strawnych. Mat. konf. Współczesne zasady żywienia świń (2). Jabłonna: 23–39.
- [7] Chabiera K., Kotarbińska M., Raj S., Fandrejewski H., Weremko D. 1994. Wpływ pobrania energii metabolicznej i lizyny na przyrosty dzienne i chemiczny skład ciała rosnących świń. Mat. konf. Współczesne zasady żywienia świń (1). Jabłonna: 38–41.
- [8] Corley J.R., Easter R.A. 1983. Limiting amino acids in a low-protein corn-soybean meal diet for starter pigs. *J. Anim. Sci.* 57 (Suppl. 1–2): 241.
- [9] CVB 1990. CVB-reeks Nr 2. Central Veevoederbureau, Lelystad, Holandia.
- [10] CVB 1995. CVB-reeks Nr 18. Central Veevoederbureau, Lelystad, Holandia.
- [11] DLG-Futterwerttabellen-Schweine 1991. 6 wydanie. DLG-Verlag, Frankfurt.
- [12] Dohms J., Susenbeth A. 1993. Zur Wirksamkeit von Lysin aus verschiedenen Proteinquellen beim Ferkel. *Proc. Soc. Nutr. Physiol.* 1: 53.
- [13] Dourmad J.Y., Henry Y. 1994. Effect of feeding and performance on nitrogen excretion in pigs. *INRA Prod. Anim.* 7(4): 263–274.
- [14] Easter R.A., Baker D.H. 1980. Lysine and protein levels in corn-soybean meal diets for growing-finishing swine. *J. Anim. Sci.* 50(3): 467–471.
- [15] Fan M.Z., Sauer W.C., Hardin R.T., Lien K.A. 1994. Determination of apparent ileal amino acid digestibility in pigs. Effect of dietary amino acid level. *J. Anim. Sci.* 72: 2851–2859.

- [16] Fandrejewski H. 1997. Wpływ poziomu lizyny na wyniki tuczu. *Trz. chlew.* 1: 38–40.
- [17] Fandrejewski H., Raj S., Weremko D., Skiba G. 1996. Wyniki tuczu świń w zależności od zawartości lizyny w paszy. *Mat. konf. Zootechniczno-ekonomiczne uwarunkowania mięsności świń*, Rzeszów: 9–17.
- [18] Flis M., Sobotka W. 1997. Wpływ uzupełnienia diety zbożowo-łubinowej krystalicznymi aminokwasami na ilość azotu wydalanego przez świnię. *Mat. konf. Żywieniowe metody ograniczania wydalania do środowiska azotu, fosforu i innych pierwiastków przez zwierzęta gospodarskie*. Balice: 149–154.
- [19] Frankiewicz A. 1999. Jelitowa strawność aminokwasów pasz białkowych jako podstawa bilansowania składu mieszanek dla rosnących świń. *Rozprawa habilitacyjna*, Poznań: 65 ss.
- [20] Gatel F. 1994. Low protein, amino acid supplemented diets for pigs. *Feed Mix* 4: 32–34.
- [21] Grünwald K.H., Niess E. 1993. Einsatz kristalliner Aminosäuren zur Ergänzung verschiedener Proteinträger in der Schweinemast. *Zuchtungskunde* 65(3): 161–169.
- [22] Grala W., Buraczewska L., Gdala J., Pastuszewska B. 1994. Effect of the thermal processing on the protein value of double-low rapessed products 1. Effect of toasting temperature on protein value of rapeseed oil meal for pigs. *J. Anim. Feed Sci.* 3: 33–42.
- [23] Hansen J.A., Knabe D.A., Burgoon K.G. 1993. Amino acid supplementation of low-protein sorghum-soybean meal diets for 5- to 20- kilogram swine. *J. Anim. Sci.* 71: 452–458.
- [24] Jamroz D. 1997. Zmniejszenie obciążeń środowiska przez modyfikację żywienia zwierząt użytkowych. *Mat. konf. Pasze przemysłowe a ochrona środowiska*, Puławy: 19–32.
- [25] Jamroz D. 1997. Żywieniowe metody ograniczania wydalania azotu, fosforu i innych pierwiastków przez drób. *Mat. konf. Żywieniowe metody ograniczania wydalania do środowiska azotu, fosforu i innych pierwiastków przez zwierzęta gospodarskie*. Balice: 85–106.
- [26] Jondreville C. 1994. Availability of amino acids in feedstuffs for pigs. *Feed Mix* 2(4): 10–12.
- [27] Just A., Jorgensen H., Fernandez J.A. 1985. Correlations of protein deposited in growing female pigs to ileal and faecal digestible crude protein and amino acids. *Livest. Prod. Sci.* 12: 145–159.
- [28] Kerr B.J., Easter R.A. 1995. Effect of feeding reduced protein, amino acid-supplemented diets on nitrogen and energy balance in grower pigs. *J. Anim. Sci.* 73: 3000–3008.
- [29] Kerr B.J., McKeith F.K., Easter R.A. 1995. Effect on performance and carcass characteristics of nursery to finisher pigs fed reduced crude protein, amino acid-supplemented diets. *J. Anim. Sci.* 73: 433–440.
- [30] Kirchgessner M., Markert W., Roth F.X. 1994. Einfluß der Lysin- und Energieversorgung auf die N-Bilanz von Mastschweinen 4. Mitteilung über Bilanzstudien zur Reduzierung der N-Ausscheidung. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 71: 147–155.
- [31] Kirchgessner M., Roth F.X., Windisch W. 1993. The reduction of nitrogen and methane emissions in pigs and cattle by feeding. *Übersichten zur Tierernährung* 21(2): 89–120.
- [32] Lipiec A., Grela E.R., Pisarski R. K. 1997. Ograniczenie wydalania azotu u świń. *Mat. konf. Żywieniowe metody ograniczania wydalania do środowiska azotu, fosforu i innych pierwiastków przez zwierzęta gospodarskie*. Balice: 85–106.
- [33] Lubowicki R., Jacyno E. 1997. Wartość tuczna i rzeźna w zależności od jakości białka w dawkach pokarmowych. *Mat. konf. Współczesne zasady żywienia świń (2)*. Jabłonna: 70–73.

- [34] Marcinkowski T. 1998. Emisja amoniaku z produkcji rolniczej. *Zeszyty Edukacyjne*, IMUZ 5: 27–40.
- [35] Markert W., Kirchgessner M., Roth F.X. 1993. Balance studies with growing pigs to reduce N excretion. 1. Optimal supply with essential amino acids. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 70: 159–171.
- [36] Noblet J., Henry Y., Dudois S. 1987. Effect of protein and lysine levels in the diet on body gain composition and energy utilization in growing pigs. *J. Anim. Sci.* 65: 717–726.
- [37] Normy żywienia świń, 1993. Warszawa Omnitech Press: ss.87.
- [38] Olszewski A., Buraczewski S. 1978. Absorption of amino acids in isolated pig caecum in situ. Effect of concentration of enzymatic casein hydrolysate on absorption of amino acids. *Acta Physiol. Polonica* 29: 67–77.
- [39] Quinion N., Dubois S., Noblet J. 1995. Effect of dietary crude protein level on protein and energy balances in growing pigs. Comparison of two measurement methods. *Livest. Prod. Sci.* 41: 51–61.
- [40] Rao D. S., McCracken K. J. 1990. Effect of protein intake on energy and nitrogen balance and chemical composition of gain in growing boars of high genetic potential. *Anim. Prod.* 51: 389–397.
- [41] Russell L.E., Kerr B.J., Easter R.A. 1987. Limiting amino acids in an 11% crude protein corn-soybean meal diet for growing pigs. *J. Anim. Sci.* 65: 1266–1272.
- [42] Skomiał J. 1993. Wpływ ekstruzji nasion bobiku, grochu i łubinu żółtego na ich wartość odżywczą i wyniki tuczu świń. Rozprawa habilitacyjna, Warszawa, ss 58.
- [43] Spiekiers H., Grunewald K.H. 1991. Reduction of N-excretion of piglets and fattening pigs by feeding synthetic amino acids. *Agric. Biol. Res.* 44: 235–246.
- [44] Susenbeth A., Schneider R., Menke K. M. 1994. The effect of protein and lysine intake on growth and protein retention in pigs. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr.* 71: 200–207.
- [45] Taylor A.J., Cole D.J.A., Lewis D. 1981. Amino acid requirements of growing pigs 2. Identification of the limiting amino acid(s) in a low-protein diet supplemented with lysine. *Anim. Prod.* 33: 87–97.
- [46] Valaja J., Alaviuhkola T., Suomi K. 1993. Reducing crude protein content with supplementation of synthetic lysine and threonine in barley–rapeseed meal–pea diets for growing pigs. *Agric. Sci. Finl.* 2: 117–123.
- [47] Wang T.C., Fuller M.F. 1990. The effect of the plane of nutrition on the optimum dietary amino acid pattern for growing pigs. *Anim. Prod.* 50: 155–164.
- [48] Wecke C. 1995. Improvement of protein utilisation and minimising of N-excretion in pigs by changes of amino acid balance in the feed. VII Symposium on protein metabolism and nutrition, Portugalia: 46.
- [49] Więcek J., Skomiał J. 1997. Wpływ zmniejszonego poziomu białka i aminokwasów w mieszankach na zużycie związków azotowych u tuczników. Mat. konf. Żywieniowe metody ograniczania wydalania do środowiska azotu, fosforu i innych pierwiastków przez zwierzęta gospodarskie. Balice: 263–270.
- [50] Williams P.E.V. 1995. Digestible amino acids for non-ruminant animals: theory and recent challenges. *Anim. Feed Sci. Technol.* 53: 173–187.
- [51] Wiseman J., Jagger S., Cole D.J.A., Haresign W. 1991. The digestion and utilisation of amino acids of heat-treated fish meal by growing/finishing pigs. *Anim. Prod.* 53, 215–225.

- [52] Zollitsch-Stelzl von J., Lettner F., Wetscherek W. 1992. Effekte der Reduzierung des Rohproteingehaltes in der Schweinemast. *Jour. für landwirtschaftliche Forschung* 4: 353–362.
- [53] Żebrowska T. 1973. Digestion and absorption of nitrogenous compounds in the large intestine of pigs. *Rocz. Nauk Rol.* 95 B (3): 85–90.

Protein and amino acid levels in the diet versus nitrogen excretion and productivity of pigs

Key words: pig, protein, amino acids, nitrogen excretion

Summary

Up to 98–99% pollution of the environment with ammonia comes from agricultural sources. It is evaluated that about 22% nitrogen discharged to the environment come from pig production. The main reasons of such nitrogen excretion are high level of protein in diets and not properly balanced amino acid proportions. Decreasing of protein in pig diets leads often to worsening in productive results and slaughter quality of carcasses. However, the decrease of protein is possible when the basic amino acids like lysine, methionine, tryptophan, threonine, are well balanced. To achieve such effects the amino acids should be balanced on the basis of intestinal digestibility. It is suggested that the Polish feeding standards for pigs should recommend lower level of protein for fatteners and the amino acid contents ought to be balanced on the basis of their intestinal digestibility.