

Znaczenie tryptofanu w żywieniu loch i ich potomstwa

Adam Mirowski

Importance of tryptophan in nutrition of sows and their progeny

Mirowski A.

Tryptophan is an essential component of the swine diet. Tryptophan requirement of pregnant sows may change from early to late gestation periods. Tryptophan concentration in lactating sow diet influences growth performance of piglets. Piglets fed deficient diet show lower feed intake and lower daily gains. Tryptophan deficiency decreases protein synthesis in liver and skeletal muscles. Piglets with tryptophan deficiency respond with an aversion against tryptophan-deficient diet. They prefer diet with a higher tryptophan content. Some interactions exist between tryptophan and other amino acids, for example valine and leucine. The aim of this paper was to present the aspects connected with tryptophan in nutrition of sows and their progeny.

Keywords: nutrition, tryptophan, sow, piglet.

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. Osiągnięcie oczekiwanych wyników produkcyjnych wymaga stosowania dawek pokarmowych zawierających optymalne ilości składników odżywczych, między innymi białka. Zasadnicze znaczenie ma nie tylko stężenie białka w paszy, ale także jego skład aminokwasowy. Prawidłowe zbilansowanie dawki pokarmowej pod względem składu aminokwasowego jest jednym z czynników wpływających na opłacalność hodowli. W artykule opisano zagadnienia związane z tryptofanem w żywieniu loch i ich potomstwa.

Tryptofan w żywieniu loch

Zapotrzebowanie loch na aminokwasy ulega pewnym zmianom w okresie ciąży, które wynikają ze zmian masy płodów. Według kanadyjskich naukowców zapotrzebowanie na tryptofan loch między 35. a 53. dniem ciąży wynosi 1,7 g dziennie. Wartość ta wzrasta do 2,6 g dziennie między 92. a 111. dniem ciąży (1). W pierwszym tygodniu po porodzie obserwuje się nasilony katabolizm tryptofanu u loch, co ma odzwierciedlenie w zmianach jego stężenia we krwi. W tym okresie ulega ono obniżeniu, a jednocześnie dochodzi do wzrostu zawartości kinureny, jednego z metabolitów tryptofanu. Stężenia obu związków powracają do wartości sprzed porodu w 2.–3. tygodniu laktacji (2).

Zawartość tryptofanu w diecie loch ma znaczący wpływ na wyniki odchowu prosiąt. W najnowszych badaniach lochy karmiące żywiono paszą z 0,12-procentowym dodatkiem tryptofanu. W wyniku suplementacji lochy pobierały więcej paszy i wytwarzały więcej mleka, które charakteryzowało się wyższym stężeniem wapnia. Stwierdzono, że suplementacja tryptofanu powoduje zwiększenie przyrostów masy ciała prosiąt (3). Istotne znaczenie ma nie tylko stężenie tryptofanu w dawce pokarmowej, ale także jego stosunek do zawartości innych aminokwasów. Według

jednych obserwacji optymalny stosunek tryptofanu do lizyny (zawartość aminokwasów strawnych) w diecie loch w okresie laktacji mieści się między 0,22 a 0,26 (4). Wcześniej zauważono, że zwiększenie stężenia tryptofanu z 0,12 do 0,17% w dawce pokarmowej zawierającej 0,75% lizyny sprawia, że lochy karmiące pobierają więcej paszy i mniej tracą na wadze. Nie odnotowano jednak różnic w liczbie i masie prosiąt w dniu odsadzenia (5).

Tryptofan jest aminokwasem, który reguluje metabolizm serotoniny i dopaminy. Może zatem w pewnym stopniu oddziaływać na zachowanie się zwierząt. Niemniej jednak stwierdzono, że ponad dwukrotne zwiększenie stężenia tryptofanu w dawce pokarmowej w niewielkim stopniu ogranicza agresywne zachowania loch (6).

Tryptofan w żywieniu swni w okresie wzrostu i rozwoju

Według jednych danych zapotrzebowanie na tryptofan prosiąt o masie ciała 2,5 kg nie przekracza 2 g/kg dawki pokarmowej (7). W innych badaniach stwierdzono, że najlepszych parametrów wzrostu można oczekiwać wówczas, gdy stężenie tryptofanu w diecie młodych swni mieści się w wąskim przedziale między 2,07 a 2,14 g/kg (8). Zawartość tryptofanu w dawce pokarmowej ma istotny wpływ na ilość pobieranej paszy i tempo wzrostu. Na podstawie analizy tych parametrów wyciągnięto wniosek, że prawidłowy stosunek tryptofanu do lizyny (zawartość aminokwasów strawnych) w diecie swni o masie ciała 7–25 kg wynosi od 17 do 26%. Oszacowano, że zwiększenie wartości z 17 do 22% powoduje zwiększenie średnich dziennych przyrostów masy ciała o 8% (9). Zwraca się uwagę na interakcje między tryptofanem a innymi aminokwasami, na przykład waliną i leucyną (10, 11).

Prosięta żywione dawką pokarmową niedoborową w tryptofan pobierają mniej paszy i wolniej rosną. Na skutek niedoboru tryptofanu w diecie dochodzi do zahamowania syntezy białka w wątrobie i mięśniach prosiąt. Niedobór tryptofanu w diecie ma niekorzystny wpływ na syntezę białka nawet w przypadku pobierania takich samych ilości pokarmu (12). W innych badaniach stwierdzono, że spowolnienie wzrostu młodych swni z niedoborem tryptofanu wynika przede wszystkim ze znacznego zmniejszenia ilości pobieranej paszy. Znacznie mniejszą rolę przypisano powstawaniu i gromadzeniu się mniejszych ilości białka. Porównano efekty skarmiania paszy niedoborowej w tryptofan (1,5 g/kg) lub paszy wzbogaconej w ten aminokwas (2,6 g/kg). Zauważono, że zwierzęta żywione niedoborową dawką pokarmową pobierają 30% mniej paszy i osiągają 35% niższe przyrosty masy ciała. Dodatkowo takie osobniki gorzej wykorzystują paszę. Nie odnotowano jednak istotnych różnic w tempie wzrostu, gdy swnie otrzymywały jednakowe ilości paszy (8).

Prosięta z niedoborem tryptofanu mają zdolność unikania niedoborowej paszy. Jeśli mają możliwość, wybierają paszę bogatszą w ten aminokwas. Potwierdzają to badania wykonane na prosiętach, które miały dostęp do dwóch mieszanek paszowych zawierających 0,11 lub 0,20% tryptofanu. Okazało się, że mieszanka wzbogacona w tryptofan ma znacznie większy udział w diecie prosiąt (ponad 90%). Początkowo udział niedoborowej mieszanki przekracza 30%, lecz po kilku tygodniach prosięta prawie jej nie jedzą i wybierają mieszankę o wyższej zawartości tryptofanu. Dzięki większej podaży tryptofanu prosięta pobierają więcej paszy i osiągają wyższe przyrosty masy ciała (13).

Zawartość tryptofanu w dawce pokarmowej jest jednym z kluczowych czynników wpływających na jego stężenie we krwi. Stężenie tryptofanu w osoczu krwi prosiąt żywionych paszą o prawidłowej zawartości tego aminokwasu (0,20%) przekracza 9 $\mu\text{mol/ml}$. Dla porównania w przypadku prosiąt żywionych paszą niedoborową w tryptofan (0,11%) wartość ta wynosi mniej niż 6 $\mu\text{mol/ml}$ (13). W badaniach wykonanych na odsadzonych świniach stwierdzono, że wraz ze wzrostem stężenia tryptofanu dodawanego do paszy (0,1; 0,2 lub 0,4%) następuje wzrost jego zawartości we krwi (14). Pewien wpływ na stężenie tryptofanu ma też podaż innych aminokwasów. W jednych badaniach prosięta otrzymujące mieszaninę aminokwasów endogennych charakteryzowały się wyższym stężeniem tryptofanu w osoczu krwi (15).

Aminokwasy pobrane w paszy mogą być w znacznym stopniu zużywane przez jelita. W badaniach przeprowadzonych na prosiętach w drugim tygodniu życia zauważono, że nie dotyczy to tryptofanu (16). W warunkach laboratoryjnych wykazano, że w enterocytach prosiąt w pierwszych trzech tygodniach życia dochodzi do degradacji znacznych ilości aminokwasów rozgałęzionych. Odnotowano niewielkie nasilenie procesów katabolizmu metioniny i fenyloalaniny. Z kolei tryptofan nie ulega degradacji w enterocytach wyizolowanych z jelita cienkiego prosiąt, co wynika z braku kluczowych enzymów (17).

Nasilony katabolizm tryptofanu może towarzyszyć stanom zapalnym. W takich przypadkach może nastąpić ograniczenie dostępności tryptofanu potrzebnego do wzrostu organizmu. W badaniach wykonanych na młodych świniach z zapaleniem płuc stwierdzono, że spośród wszystkich aminokwasów spadek stężenia w osoczu krwi w największym stopniu dotyczy właśnie tryptofanu (18). Później przeprowadzono badania żywieniowe, w których zwrócono uwagę na niepożądane skutki zbyt niskiego stężenia tryptofanu w diecie chorych zwierząt. Wzbogacenie paszy uboższej w ten aminokwas (1,5 g tryptofanu/kg) w antyoksydanty spowodowało ograniczenie niekorzystnego wpływu stanu zapalnego na jego stężenie we krwi (19). Zmiany w metabolizmie tryptofanu wykryto również u świń, które po odsadzeniu były utrzymywane w złych warunkach zoohigienicznych. Zauważono, że takie świni mają obniżone stężenie tryptofanu we krwi, lecz suplementacja nie zapobiega pogorszeniu parametrów wzrostu (20).

Zagraniczni naukowcy przeprowadzili badania nad wpływem suplementacji tryptofanu na odsadzone

świnie, które w sposób eksperymentalny zakażono enterotoksycznymi *Escherichia coli*. Wykazano, że wzbogacenie dawki pokarmowej w tryptofan może zwiększyć ilość pobieranej paszy i przyrosty masy ciała w pierwszych dniach po zakażeniu, które powoduje spowolnienie tempa wzrostu. Jednocześnie stwierdzono, że suplementacja nie poprawia konsystencji kału (21). Oceniono też efekty znacznego zwiększenia podaży tryptofanu (dodatek wynoszący 5 g/kg dawki pokarmowej) w żywieniu odsadzonych świń, którym podano lipopolisacharyd. Podsumowano, że suplementacja ma ograniczony wpływ na parametry immunologiczne, stężenie kortyzolu i zachowanie się zwierząt. Nie odnotowano zmian w ilości pobieranej paszy i przyrostach masy ciała (22).

Duże zainteresowanie naukowców budzi wpływ tryptofanu na przewód pokarmowy odsadzonych świń. Wykazano, że suplementacja stwarza możliwość poprawy funkcjonowania bariery jelitowej. Ponadto stwierdzono zmiany w składzie mikroflory jelitowej i zmniejszenie ekspresji cytokin prozapalnych w jelitach (14, 23). Nadmierna podaż tryptofanu może jednak przynieść niepożądane skutki. U odsadzonych świń żywionych paszą z dodatkiem 0,75% l-tryptofanu wykryto niekorzystne zmiany cech histologicznych błony śluzowej jelita cienkiego. Nie miało to jednak odzwierciedlenia w pogorszonych parametrach wzrostu (24).

Podsumowanie

Tryptofan jest niezbędnym składnikiem dawek pokarmowych dla trzody chlewnej. Zawartość tryptofanu w diecie loch w istotnym stopniu oddziałuje na rozwój ich potomstwa. Prosięta żywione niedoborową dawką pokarmową pobierają mniej paszy i osiągają niższe przyrosty masy ciała. Prosięta z niedoborem tryptofanu, jeśli mają możliwość wybierają paszę bogatszą w ten aminokwas. Między różnymi aminokwasami istnieją interakcje, które mają istotne znaczenie w żywieniu zwierząt. Dotyczy to także tryptofanu. Zaburzenia równowagi między tryptofanem a innymi aminokwasami mogą mieć niekorzystny wpływ na organizm.

Piśmiennictwo

1. Franco DJ., Josephson J.K., Moehn S., Pencharz P.B., Ball R.O.: Tryptophan requirement of pregnant sows. *J. Anim. Sci.* 2014, **92**, 4457–4465.
2. Mosnier E., Matte J.J., Etienne M., Ramaekers P., Sève B., Le Floch N.: Tryptophan metabolism and related B vitamins in the multiparous sow fed *ad libitum* after farrowing. *Arch. Anim. Nutr.* 2009, **63**, 467–478.
3. Miao J., Adewole D., Liu S., Xi P., Yang C., Yin Y.: Tryptophan Supplementation Increases Reproduction Performance, Milk Yield, and Milk Composition in Lactating Sows and Growth Performance of Their Piglets. *J. Agric. Food Chem.* 2019, **67**, 5096–5104.
4. Fan Z.Y., Yang X.J., Kim J., Menon D., Baidoo S.K.: Effects of dietary tryptophan:lysine ratio on the reproductive performance of primiparous and multiparous lactating sows. *Anim. Reprod. Sci.* 2016, **170**, 128–134.
5. Libal G.W., Uttecht DJ., Hamilton C.R.: Tryptophan needs of lactating sows fed diets supplemented with crystalline lysine. *J. Anim. Sci.* 1997, **75**, 417–422.
6. Li Y.Z., Baidoo S.K., Johnston L.J., Anderson J.E.: Effects of tryptophan supplementation on aggression among group-housed gestating sows. *J. Anim. Sci.* 2011, **89**, 1899–1907.
7. Ball R.O., Bayley H.S.: Tryptophan requirement of the 2.5-kg piglet determined by the oxidation of an indicator amino acid. *J. Nutr.* 1984, **114**, 1741–1746.

8. Eder K., Peganova S., Kluge H.: Studies on the tryptophan requirement of piglets. *Arch. Tierernahr.* 2001, **55**, 281–297.
9. Simongiovanni A., Corrent E., Le Floc'h N., van Milgen J.: Estimation of the tryptophan requirement in piglets by meta-analysis. *Animal* 2012, **6**, 594–602.
10. Jansman A.J.M., Cirot O., Corrent E., Lambert W., Ensink J., van Diepen J.T.M.: Interaction and imbalance between indispensable amino acids in young piglets. *Animal* 2019, **13**, 941–949.
11. Millet S., Aluwé M., Ampe B., De Campeneere S.: Interaction between amino acids on the performances of individually housed piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2015, **99**, 230–236.
12. Cortamira N.O., Seve B., Lebreton Y., Ganier P.: Effect of dietary tryptophan on muscle, liver and whole-body protein synthesis in weaned piglets: relationship to plasma insulin. *Br. J. Nutr.* 1991, **66**, 423–435.
13. Eittle T., Roth F.X.: Specific dietary selection for tryptophan by the piglet. *J. Anim. Sci.* 2004, **82**, 1115–1121.
14. Liang H., Dai Z., Kou J., Sun K., Chen J., Yang Y., Wu G., Wu Z.: Dietary L-Tryptophan Supplementation Enhances the Intestinal Mucosal Barrier Function in Weaned Piglets: Implication of Tryptophan-Metabolizing Microbiota. *Int. J. Mol. Sci.* 2018, **20**, E20.
15. Yi D., Li B., Hou Y., Wang L., Zhao D., Chen H., Wu T., Zhou Y., Ding B., Wu G.: Dietary supplementation with an amino acid blend enhances intestinal function in piglets. *Amino Acids* 2018, **50**, 1089–1100.
16. Cvitkovic S., Bertolo R.F., Brunton J.A., Pencharz P.B., Ball R.O.: Enteral tryptophan requirement determined by oxidation of gastrically or intravenously infused phenylalanine is not different from the parenteral requirement in neonatal piglets. *Pediatr. Res.* 2004, **55**, 630–636.
17. Chen L., Li P., Wang J., Li X., Gao H., Yin Y., Hou Y., Wu G.: Catabolism of nutritionally essential amino acids in developing porcine enterocytes. *Amino Acids* 2009, **37**, 143–152.
18. Melchior D., Le Floc'h N., Sève B.: Effects of chronic lung inflammation on tryptophan metabolism in piglets. *Adv. Exp. Med. Biol.* 2003, **527**, 359–362.
19. Le Floc'h N., Melchior D., Sève B.: Dietary tryptophan helps to preserve tryptophan homeostasis in pigs suffering from lung inflammation. *J. Anim. Sci.* 2008, **86**, 3473–3479.
20. Le Floc'h N., Matte J.J., Melchior D., van Milgen J., Sève B.: A moderate inflammation caused by the deterioration of housing conditions modifies Trp metabolism but not Trp requirement for growth of post-weaned piglets. *Animal* 2010, **4**, 1891–1898.
21. Trevisi P., Melchior D., Mazzoni M., Casini L., De Filippi S., Minieri L., Lalatta-Costerbosa G., Bosi P.: A tryptophan-enriched diet improves feed intake and growth performance of susceptible weanling pigs orally challenged with *Escherichia coli* K88. *J. Anim. Sci.* 2009, **87**, 148–156.
22. Koopmans S.J., van der Staay E.J., Le Floc'h N., Dekker R., van Diepen J.T., Jansman A.J.: Effects of surplus dietary L-tryptophan on stress, immunology, behavior, and nitrogen retention in endotoxemic pigs. *J. Anim. Sci.* 2012, **90**, 241–251.
23. Liang H., Dai Z., Liu N., Ji Y., Chen J., Zhang Y., Yang Y., Li J., Wu Z., Wu G.: Dietary L-Tryptophan Modulates the Structural and Functional Composition of the Intestinal Microbiome in Weaned Piglets. *Front. Microbiol.* 2018, **9**, 1736.
24. Tossou M.C., Liu H., Bai M., Chen S., Cai Y., Duraipandiyam V., Liu H., Adebawale T.O., Al-Dhabi N.A., Long L., Tarique H., Oso A.O., Liu G., Yin Y.: Effect of High Dietary Tryptophan on Intestinal Morphology and Tight Junction Protein of Weaned Pig. *Biomed. Res. Int.* 2016, **2016**, 2912418.

Lek. wet. mgr inż. zoot. mgr biol. Adam Mirowski,
e-mail: adam_mirowski@o2.pl