

Znaczenie treoniny w żywieniu loch i ich potomstwa

Adam Mirowski

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia i wyniki produkcyjne. Dawka pokarmowa powinna zawierać prawidłowe ilości niezbędnych składników odżywczych. W ostatnich latach przywiązuje się dużą wagę do prawidłowego rozwoju układu pokarmowego w pierwszych tygodniach życia. Treonina należy do składników odżywczych, które mają szczególny wpływ na jelita młodych zwierząt. W artykule opisano zagadnienia związane z treoniną w żywieniu loch i ich potomstwa.

Zarówno niedobór, jak i nadmiar treoniny w okresie ciąży może spowolnić wzrost płodów i zaburzyć gospodarkę hormonalną (1). Zapotrzebowanie ciężarnych loch na treoninę wzrasta w późnej ciąży. Zostało to wykazane w badaniach wykonanych na lochach, które urodziły średnio ponad 13 prosiąt w miocie. Lochy w okresie późnej ciąży mogą potrzebować znacznie ponad 10 g treoniny dziennie, czyli dwa razy więcej niż we wczesnej ciąży. Wzrost zapotrzebowania na treoninę wynika ze wzrostu płodów i przygotowania gruczołu sutkowego do laktacji. Żywnienie paszą zawierającą jednakową ilość treoniny przez całą ciążę może spowodować nadmierną podaż tego aminokwasu we wczesnej ciąży, a później może wystąpić niedobór (2).

W przypadku niedoboru białka w dawce pokarmowej w okresie laktacji lochy zużywają większe ilości białka zgromadzonego w tkance mięśniowej, co ulega nasileniu z upływem laktacji. Przejawia się to wzrostem ekspresji genów kodujących białka uczestniczące w procesach proteolitycznych i spadkiem stosunku RNA do DNA w komórkach mięśniowych. Treonina jest jednym z aminokwasów, których zawartość ulega największemu obniżeniu (3).

W okresie odchowu zachodzą istotne zmiany stężeń różnych aminokwasów we krwi prosiąt. Dotyczy to między innymi treoniny. Prosięta w wieku dwóch i trzech tygodni charakteryzują się niższym stężeniem w porównaniu z kilkudniowymi noworodkami (4). Źródłem treoniny dla nowo narodzonych prosiąt jest wydzielina gruczołu sutkowego. Siara zawiera więcej tego aminokwasu w porównaniu z mlekiem (5). Aminokwasy osocza krwi uczestniczą w syntezie białek mleka w gruczole sutkowym, dlatego ich stężenia ulegają zmianom z upływem laktacji. Stężenia większości aminokwasów, między innymi treoniny, w osoczu krwi loch są wyższe po porodzie niż w szczycie laktacji (6).

Odpowiednia podaż treoniny w dawce pokarmowej ma zasadnicze znaczenie dla prawidłowego funkcjonowania bariery jelitowej. Niepożądany jest zarówno jej niedobór, jak i nadmiar. Na podstawie badań jelita cienkiego stwierdzono, że optymalne stężenie treoniny w diecie odsadzonych świń wynosi mniej więcej 0,9%. Po zastosowaniu paszy zawierającej niecałe 0,4% lub ponad 1,1% treoniny obserwowano zmiany

Importance of threonine in nutrition of sows and their progeny

Mirowski A.

Nutrition is one of the most important factors influencing health status and productive performance. A healthy diet should contain adequate amounts of essential nutrients. Certain nutrients, including amino acid threonine, have a great impact on gastrointestinal tract development during the first weeks of life. Gastrointestinal tract extracts a large amount of the dietary threonine, which plays the major role in mucin synthesis. Optimal threonine intake can mitigate gut disturbances caused by weaning. The aim of this paper was to present the aspects connected with threonine in nutrition of sows and their progeny.

Keywords: nutrition, threonine, sow, piglet.

w strukturze kosmków błony śluzowej dwunastnicy. Ponadto wykryto mniejsze ilości mucyn w dwunastnicy. Skarmianie paszy o zbyt niskiej lub wysokiej zawartości treoniny może spowodować zmniejszenie ekspresji genu mucyny MUC2. Efektem podawania paszy najbogatszej w treoninę była zwiększona apoptoza (7).

Duże ilości treoniny są zużywane przez przewód pokarmowy do syntezy mucyn. Błona śluzowa jelita cienkiego prosiąt wykorzystuje przede wszystkim treoninę pobraną w pokarmie (8). Aminokwas ten jest w pierwszej kolejności wykorzystywany właśnie przez tkanki przewodu pokarmowego. W przypadku niedoboru treoniny w dawce pokarmowej najpierw dochodzi do zahamowania syntezy białek w innych narządach wewnętrznych. Niedobór treoniny stwarza zatem ryzyko spowolnienia rozwoju mięśni i wystąpienia zaburzeń funkcjonowania tkanek niezwiązanych z przewodem pokarmowym. W badaniach dotyczących tego zagadnienia zastosowanie paszy ubogiej w treoninę, która zaspokajała zapotrzebowanie prosiąt tylko w 20%, nie spowodowało zmian w syntezie białek w żołądku i jelicie czczym (9).

Zużywanie treoniny pobranej w pokarmie przez tkanki przewodu pokarmowego może zatem zmniejszyć jej dostępność dla innych tkanek i doprowadzić do zaburzeń metabolizmu białka. W przypadku niedoborowego żywienia zmiany w metabolizmie białka w jelicie cienkim są znacznie mniejsze niż w innych narządach wewnętrznych. Potwierdzają to badania wykonane na wcześnie odsadzonych świniach, które przez dwa tygodnie żywiono paszą zawierającą 9,3 lub 6,5 g treoniny/kg. U osobników otrzymujących niedoborową paszę odnotowano trzy razy niższe stężenie wolnej treoniny w osoczu krwi. Jelito grube i mięśnie szkieletowe zwierząt żywionych taką paszą charakteryzują się niższą zawartością treoniny. Największe zmiany w metabolizmie białka występują w wątrobie, w której gromadzi się mniej białka, a ponadto ma ono zmieniony skład aminokwasowy (10).

Dawka pokarmowa zawierająca 6,5 g treoniny/kg nie powoduje zmian masy przewodu pokarmowego, może jednak wywołać zaburzenia rozwoju jelita cienkiego. Głównym skutkiem stosowania takiej paszy jest skrócenie kosmków jelitowych. W jelicie biodrowym wykryto różnice w ekspresji ponad 300 genów. Niedobór treoniny może zatem zmienić funkcjonowanie jelita. Nie ma to jednak negatywnego wpływu na parametry wzrostu (11, 12).

Podobne badania wykonano na nowo narodzonych prosiątach, które przez kilka dni żywiono pokarmem różniącym się zawartością treoniny. Stwierdzono, że noworodki otrzymujące niedoborowy pokarm charakteryzują się mniejszą masą błony śluzowej jelita. Zauważono też różnice w liczbie komórek kubkowych. Wykazano, że podanie treoniny drogą pozajelitową może zniwelować większość zmian występujących u prosiąt żywionych niedoborowym pokarmem (13).

Niedawno opublikowano badania dotyczące użyteczności suplementacji l-treoniny w żywieniu prosiąt, które miały niską urodzeniową masę ciała. Suplementację l-treoniny w ilości wynoszącej 2 g/kg dawki pokarmowej rozpoczęto po odsadzeniu i kontynuowano przez trzy tygodnie. Stwierdzono, że takie postępowanie pobudza wytwarzanie mucyn i immunoglobulin sIgA. L-treonina przyczynia się do zwiększenia liczby komórek kubkowych w jelicie (14).

Stopień zaopatrzenia organizmu w treoninę zależy nie tylko od jej podaży w dawce pokarmowej, ale także od strawności. Z kolei strawność tego aminokwasu w dużym stopniu zależy od rodzaju komponentów paszowych (15). Pewien wpływ na stopień zaopatrzenia tkanek w treoninę mają warunki zootechniczne. Zauważono, że świnię przebywającą po odsadzeniu w czystych pomieszczeniach i otrzymującą paszę z dodatkiem antybiotyku mają wyższe stężenie tego aminokwasu we krwi, w porównaniu z osobnikami trzymanymi w złych warunkach i żywionymi paszą bez antybiotyku. Pogorszone parametry wzrostu i zaburzona homeostaza składników odżywczych u świń przebywających w złych warunkach zootechnicznych mogą wynikać z pobudzenia mechanizmów obronnych organizmu (16). Świnie utrzymywane po odsadzeniu w złych warunkach mają większe zapotrzebowanie na treoninę (17).

Treonina może ulec przemianie katalizowanej przez dehydrogenazę L-treoninową w wątrobie i trzustce. W przypadku prosiąt oba narządy wykazują zbliżoną aktywność tego enzymu. Jednym z produktów metabolizmu treoniny jest glicyna. Z tego względu suplementacja treoniny może być pomocna w zaspokojeniu zapotrzebowania organizmu na glicynę (18). W przewodzie pokarmowym treonina uczestniczy w syntezie białek. W enterocytach prosiąt zachodzą procesy katabolizmu aminokwasów rozgałęzionych. Komórki te nie są jednak miejscem degradacji wielu innych aminokwasów, m.in. treoniny. Wynika to z braku kluczowych enzymów uczestniczących w tych procesach (19).

Niektóre badania na prosiątach zostały wykonane z myślą o żywieniu dzieci, a prosięta posłużyły jako model zwierzęcy. Przeprowadzono na przykład badania, w których wykryto wpływ cholesterolu i kwasu

dokozaheksaenowego (DHA, 22:6 n-3) na zawartość treoniny w tkankach nowo narodzonych prosiąt. Takie informacje przyczyniają się do poprawy składu preparatów mlekozastępczych używanych w żywieniu małych dzieci (20). Wykazano też, że żywienie preparatem mlekozastępczym powoduje zmniejszenie ilości treoniny zużywanej przez jelito cienkie. Prosięta pojone preparatem mlekozastępczym zamiast siarą krów mają gorzej rozwiniętą błonę śluzową. W efekcie jelito zużywa mniej treoniny pobranej w pokarmie i syntetyzuje mniej białka. Na tej podstawie można wnioskować, że zastępowanie pokarmu matki preparatami mlekozastępczymi w żywieniu dzieci pogarsza funkcjonowanie bariery jelitowej, co zwiększa ryzyko rozwoju chorób przewodu pokarmowego. Obserwacje te są przydatne zwłaszcza w odniesieniu do dzieci przedwcześnie urodzonych (21).

Inne badania, które mogą być przydatne w żywieniu człowieka, dotyczą żywienia pozajelitowego. Dowiedziano, że w przypadku takiego sposobu żywienia zapotrzebowanie na treoninę ulega znacznemu obniżeniu. Oszacowano, że zapotrzebowanie 3-dniowych prosiąt żywionych pozajelitowo wynosi niecałe 0,2 g treoniny/kg masy ciała dziennie. Dla porównania, w przypadku żywienia doustnego wartość ta przekracza 0,4 g/kg masy ciała dziennie (22).

Podsumowanie

Treonina jest niezbędna do prawidłowego rozwoju i funkcjonowania przewodu pokarmowego. Ulega ona wbudowaniu w białka błony śluzowej. Błona śluzowa jelita cienkiego prosiąt wykorzystuje przede wszystkim treoninę pobraną w pokarmie. Tkanki przewodu pokarmowego zużywają znaczne ilości treoniny, co może zmniejszyć jej dostępność dla innych tkanek. Prawidłowa podaż tego aminokwasu może ograniczyć niekorzystny wpływ odsadzenia na jelita. Należy unikać zarówno niedoboru, jak i nadmiaru treoniny w dawce pokarmowej.

Piśmiennictwo

- Shi M., Liu T., Li T., Wang H., Yuan T., Li D., Wang J.: Effects of deficiency and surplus dietary threonine on reproductive performance of primiparous pregnant gilts. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 2018, **102**, e964–e971.
- Levesque C.L., Moehn S., Pencharz P.B., Ball R.O.: The threonine requirement of sows increases in late gestation. *J. Anim. Sci.* 2011, **99**, 93–102.
- Clowes E.J., Aherne F.X., Baracos V.E.: Skeletal muscle protein mobilization during the progression of lactation. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2005, **288**, E564–72.
- Flynn N.E., Knabe D.A., Mallick B.K., Wu G.: Postnatal changes of plasma amino acids in suckling pigs. *J. Anim. Sci.* 2000, **78**, 2369–75.
- Beyer M., Jentsch W., Kuhla S., Wittenburg H., Kreienbring F., Scholze H., Rudolph P.E., Metges C.C.: Effects of dietary energy intake during gestation and lactation on milk yield and composition of first, second and fourth parity sows. *Arch. Anim. Nutr.* 2007, **61**, 452–68.
- Chen F., Zhang S., Deng Z., Zhou Q., Cheng L., Kim S.W., Chen J., Guan W.: Regulation of amino acid transporters in the mammary gland from late pregnancy to peak lactation in the sow. *J. Anim. Sci. Biotechnol.* 2018, **9**, 35.
- Wang W., Zeng X., Mao X., Wu G., Qiao S.: Optimal dietary true ileal digestible threonine for supporting the mucosal barrier in small intestine of weanling pigs. *J. Nutr.* 2010, **140**, 981–6.
- Schaart M.W., Schierbeek H., van der Schoor S.R.D., Stoll B., Burrin D.G., Reeds P.J., van Goudoever J.B.: Threonine utilization is high in the intestine of piglets. *J. Nutr.* 2005, **135**, 765–70.

9. Munasinghe L.L., Robinson J.L., Harding S.V., Brunton J.A., Bertolo R.F.: Protein Synthesis in Mucin-Producing Tissues Is Conserved When Dietary Threonine Is Limiting in Piglets. *J. Nutr.* 2017, **147**, 202–210.
10. Hamard A., Sève B., Le Floc'h N.: A moderate threonine deficiency differently affects protein metabolism in tissues of early-weaned piglets. *Comp. Biochem. Physiol. A Mol. Integr. Physiol.* 2009, **152**, 491–497.
11. Hamard A., Mazurais D., Boudry G., Le Huërou-Luron I., Sève B., Le Floc'h N.: A moderate threonine deficiency affects gene expression profile, paracellular permeability and glucose absorption capacity in the ileum of piglets. *J. Nutr. Biochem.* 2010, **21**, 914–921.
12. Hamard A., Sève B., Le Floc'h N.: Intestinal development and growth performance of early-weaned piglets fed a low-threonine diet. *Animal* 2007, **1**, 1134–1142.
13. Law G.K., Bertolo R.F., Adjiri-Awere A., Pencharz P.B., Ball R.O.: Adequate oral threonine is critical for mucin production and gut function in neonatal piglets. *Am. J. Physiol. Gastrointest. Liver Physiol.* 2007, **292**, G1293–301.
14. Zhang H., Chen Y., Li Y., Zhang T., Ying Z., Su W., Zhang L., Wang T.: l-Threonine improves intestinal mucin synthesis and immune function of intrauterine growth-retarded weanling piglets. *Nutrition* 2019, **59**, 182–187.
15. Zhang H.Y., Yi J.Q., Piao X.S., Li P.F., Zeng Z.K., Wang D., Liu L., Wang G.Q., Han X.: The Metabolizable Energy Value, Standardized Ileal Digestibility of Amino Acids in Soybean Meal, Soy Protein Concentrate and Fermented Soybean Meal, and the Application of These Products in Early-weaned Piglets. *Asian-Australas J. Anim. Sci.* 2013, **26**, 691–699.
16. Le Floc'h N., Jondreville C., Matte J.J., Seve B.: Importance of sanitary environment for growth performance and plasma nutrient homeostasis during the post-weaning period in piglets. *Arch. Anim. Nutr.* 2006, **60**, 23–34.
17. Jayaraman B., Htoo J., Nyachoti C.M.: Effects of dietary threonine: lysine ratios and sanitary conditions on performance, plasma urea nitrogen, plasma-free threonine and lysine of weaned pigs. *Anim. Nutr.* 2015, **1**, 283–288.
18. Le Floc'h N., Thibault J.N., Sève B.: Tissue localization of threonine oxidation in pigs. *Br. J. Nutr.* 1997, **77**, 593–603.
19. 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.
20. Li P., Kim S.W., Li X., Datta S., Pond W.G., Wu G.: Dietary supplementation with cholesterol and docosahexaenoic acid affects concentrations of amino acids in tissues of young pigs. *Amino Acids* 2009, **37**, 709–716.
21. Puiman P.J., Jensen M., Stoll B., Renes I.B., de Bruijn A.C.J.M., Dorst K., Schierbeek H., Schmidt M., Boehm G., Burrin D.G., Sangild P.T., van Goudoever J.B.: Intestinal threonine utilization for protein and mucin synthesis is decreased in formula-fed preterm pigs. *J. Nutr.* 2011, **141**, 1306–1311.
22. Bertolo R.F., Chen C.Z., Law G., Pencharz P.B., Ball R.O.: Threonine requirement of neonatal piglets receiving total parenteral nutrition is considerably lower than that of piglets receiving an identical diet intragastrically. *J. Nutr.* 1998, **128**, 1752–1759.

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