

## Znaczenie aminokwasów rozgałęzionych w żywieniu prosiąt i loch karmiących

Adam Mirowski

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. Dawka pokarmowa powinna zawierać prawidłowe ilości wszystkich składników odżywczych, między innymi aminokwasów. Odpowiednia podaż aminokwasów ma szczególne znaczenie dla osobników w okresie wzrostu i rozwoju oraz ich matek. Polepszenie składu aminokwasowego dawki pokarmowej poprzez suplementację aminokwasów stwarza możliwość zmniejszenia podaży białka i ograniczenia emisji azotu. W ostatnich latach duże zainteresowanie badaczy zajmujących się żywieniem swni budzą aminokwasy rozgałęzione – leucyna, izoleucyna i walina.

Wyniki odchowu prosiąt zależą w dużym stopniu od podaży aminokwasów rozgałęzionych w diecie ich matek. Kluczowe znaczenie ma podaż waliny. Stężenie tego aminokwasu w diecie loch w okresie laktacji powinno wynosić co najmniej 6,5 g/kg. Lochy żywione dawką pokarmową niedoborową w walinę pobierają mniej paszy i więcej tracą na wadze. Takie lochy wytwarzają mniej mleka, w którym jest mniej białka. Efektem jest wolniejsze tempo wzrostu i niższa odsadzeniowa masa prosiąt (1). Dodanie waliny do paszy ubogiej w ten aminokwas powoduje znaczny wzrost zawartości prawie wszystkich aminokwasów w mleku, co odzwierciedla wzrost stężenia białka. Najwyższą zawartością aminokwasów charakteryzuje się mleko loch żywionych dawką pokarmową, w której stężenie waliny wynosi 8,5 g/kg. Efektem skarmiania paszy zawierającej 6,5 g waliny/kg jest najniższe stężenie mocznika w mleku (2).

Wykazano, że zwiększenie zawartości waliny w diecie loch w okresie laktacji z 0,80 do 1,20% powoduje przyspieszenie tempa wzrostu prosiąt i zwiększenie masy miotów przy odsadzeniu niezależnie od dodatkowej suplementacji leucyny i izoleucyny. Jednocześnie nie wykryto wpływu zwiększonej podaży leucyny (1,97% zamiast 1,57%) i izoleucyny (1,08% zamiast 0,68%) na te parametry. Zwiększenie stężenia aminokwasów rozgałęzionych w diecie loch nie spowodowało zmian zawartości podstawowych składników odżywczych w mleku. Można zatem podejrzewać, że lochy pobierające więcej waliny wytwarzają więcej mleka. Wzrost stężenia waliny w diecie loch spowodował zwiększenie stosunku waliny do lizyny z 89 do 133% (3). Niedawno opublikowano

badania, w których stwierdzono, że wraz ze wzrostem stosunku waliny do lizyny w diecie loch w okresie laktacji dochodzi do liniowego wzrostu dziennego pobrania paszy przez lochy, dziennych przyrostów masy ciała prosiąt i stężenia aminokwasów w sianie (4). W innych badaniach nie uzyskano korzyści po zwiększeniu stosunku waliny do lizyny powyżej 0,84:1 w diecie loch odchowujących więcej niż 12 prosiąt (5).

Zawartość aminokwasów rozgałęzionych w mleku zależy między innymi od fazy laktacji. Według jednych obserwacji najwięcej leucyny i waliny (w przeliczeniu na 100 g białka) jest w mleku pobranym w 19. dniu laktacji, odpowiednio 8,10 i 5,92 g/100 g białka. W przypadku izoleucyny jest to 26. dzień laktacji (3,80 g/100 g białka). Najniższe wartości odnotowano w 5. dniu laktacji, odpowiednio 6,89; 4,34 i 3,36 g/100 g białka (6). Głównym czynnikiem wpływającym na ilość aminokwasów pobieranych przez gruczoł sutkowy jest wielkość miotu. Szacuje się, że gruczoł sutkowy loch karmiących 3 prosięta pobiera w ciągu doby średnio 18,2 g leucyny, 9,8 g izoleucyny i 9,9 g waliny. W przypadku loch karmiących 13 prosiąt wartości te wynoszą odpowiednio 53,5; 27,8 i 32,7 g. Stosunek ilości aminokwasów wydalonych z mlekiem do ilości aminokwasów pobranych przez gruczoł sutkowy wynosi średnio 75,3; 62,9 i 79,4%, odpowiednio dla leucyny, izoleucyny i waliny. Sądzi się, że znaczna część aminokwasów rozgałęzionych ulega degradacji w gruczole sutkowym w okresie laktacji. Czynnikiem ten przyczynia się do zwiększonego zapotrzebowania na aminokwasy rozgałęzione w diecie loch karmiących (7).

Suplementacja aminokwasów rozgałęzionych powoduje zwiększenie przyrostów masy mięśniowej. Prosięta otrzymujące dodatek tych aminokwasów charakteryzują się wyższą masą większości mięśni szkieletowych, w porównaniu z osobnikami nieotrzymującymi tego dodatku. W badaniach przeprowadzonych na prosiętach żywionych dawką pokarmową o obniżonej zawartości białka wykazano, że suplementacja aminokwasów rozgałęzionych ogranicza degradację białka w stanie głodu. Z kolei w stanie sytości dochodzi do zwiększenia ilości białka powstającego w mięśniach szkieletowych. Suplementacja powoduje zwiększenie ilości leucyny pobieranej przez mięśnie. Jednocześnie dochodzi do pobudzenia syntezy

### Branched-chain amino acids in nutrition of lactating sows and their offspring

Mirowski A.

Nutrition is one of the most important factors influencing health status. A proper supply of amino acids is essential for optimal performance of lactating sows and their offspring. Researchers are increasingly interested in usefulness of branched-chain amino acids (BCAAs) (leucine, isoleucine and valine), in swine nutrition. Leucine stimulates protein synthesis. BCAA supplementation accelerates development of the small intestine and improves intestinal barrier function. Valine concentrations in maternal diet during lactation influences litter weight at weaning. Excessive leucine intake enhances BCAA degradation, leading to valine and isoleucine deficiencies. The aim of this paper was to present the aspects connected with the importance of branched-chain amino acids in nutrition of lactating sows and their offspring.

**Keywords:** branched-chain amino acid, leucine, isoleucine, valine, lactating sow, piglets.

i degradacji białka. Wzrost nasilenia syntezy białka jest większy od wzrostu nasilenia jego degradacji, dlatego więcej białka może się odłożyć w tkance mięśniowej. Oba te mechanizmy mogą przyczynić się do zwiększenia masy mięśni szkieletowych (8). Według innych badań suplementacja leucyny stymuluje syntezę białka w mięśniach, lecz nie ma wpływu na jego degradację. Prosięta pojone preparatem mlekozastępczym z obniżonym stężeniem białka i dodatkiem leucyny są lżejsze i mają niższą beztłuszczową masę ciała, w porównaniu z prosiętami pojonymi preparatem bogatym w białko (9). Warto zwrócić uwagę na duże zmiany stężeń różnych substancji w mięśniach szkieletowych prosiąt żywionych dietą o niskiej zawartości białka, spowodowane wzbogaceniem jej w aminokwasy rozgałęzione. Dotyczy to głównie związków uczestniczących w metabolizmie aminokwasów i procesach anabolicznych. Po zastosowaniu aminokwasów rozgałęzionych dochodzi do wzrostu zawartości m.in. glutaminy, alaniny, metioniny i treoniny (10). W badaniach przeprowadzonych na nowo narodzonych prosiętach, którym podawano leucynę drogą pozajelitową, stwierdzono, że aminokwas ten łagodzi zaburzenia metabolizmu białka w mięśniach szkieletowych wywołane podaniem lipopolisacharydu. Lipopolisacharyd hamuje syntezę białka i stymuluje jego degradację, a leucyna częściowo ogranicza te efekty (11).

Niedawno dowiedzono, że leucyna wywiera korzystny wpływ na biogenezę mitochondriów i metabolizm energii. Suplementacja leucyny powoduje wzrost

zawartości mitochondrialnego DNA i ATP oraz zwiększenie aktywności niektórych enzymów uczestniczących w przemianach energii w wątrobie prosiąt. W tym aspekcie leucyna ma szczególne znaczenie dla osobników o niskiej urodzeniowej masie ciała, u których występuje upóźnienie tych procesów (12). Ponadto leucyna pobudza rozwój jelita cienkiego. Potwierdzają to badania przeprowadzone na prosiętach, którym podawano dodatek tego aminokwasu w ilości wynoszącej 1,4 g/kg masy ciała, dwa razy dziennie przez dwa tygodnie, począwszy od 7. dnia życia. Okazało się, że suplementacja leucyny powoduje zwiększenie długości kosmków w dwunastnicy i zwiększenie stosunku długości kosmków do głębokości krypt w dwunastnicy oraz jelicie biodrowym. W wyniku poprawy rozwoju jelita cienkiego może dojść do zwiększenia przyrostów masy ciała (13).

Prawidłowa zawartość leucyny i waliny w dawce pokarmowej ma istotny wpływ na ilość paszy pobieranej przez młode świnię. Nadmiar leucyny może spowodować spadek pobrania paszy. Według jednych obserwacji dwukrotne zwiększenie zawartości leucyny w paszy podawanej młodym świniom (z 10,9 do 19,7 g/kg) powoduje zmniejszenie dziennego pobrania paszy średnio o 9%. Wzrostowi zawartości leucyny w dawce pokarmowej z 10,9 do 37,5 g/kg towarzyszy 23-procentowe zmniejszenie dziennego pobrania paszy. W wyniku tego dochodzi do pogorszenia przyrostów masy ciała. Nadmierna podaż leucyny stymuluje aktywność enzymów, które katalizują procesy degradacji aminokwasów rozgałęzionych. Efektem zastosowania dawki pokarmowej o najwyższej zawartości leucyny jest znacznie większa aktywność tych enzymów w mózgu, wątrobie i mięśniu sercowym. Mniejszy wzrost aktywności notuje się w nerkach. Świnie pobierające nadmierne ilości leucyny charakteryzują się niższymi stężeniami waliny i izoleucyny we krwi i narządach wewnętrznych. Zwrócono uwagę, że zbyt duża podaż leucyny może powodować zaburzenia metabolizmu tryptofanu i serotoniny (14). Spadek pobrania paszy jest pierwszą reakcją młodych świń na niedobór waliny w dawce pokarmowej. W konsekwencji dochodzi do zmniejszenia przyrostów masy ciała. Nadmierna podaż leucyny zwiększa efekty niedoboru waliny. Może to wynikać z nasilonej degradacji waliny i zahamowania jej transportu do mózgu (15).

## Podsumowanie

Zainteresowanie suplementacją aminokwasów w żywieniu trzody chlewnej wynika przede wszystkim z chęci ograniczenia podaży białka. Takie postępowanie stwarza możliwość zmniejszenia kosztów

żywienia i ograniczenia emisji azotu. Dodawanie aminokwasów do paszy ułatwia zbilansowanie dawki pokarmowej. Dzięki poprawie składu aminokwasowego białka można obniżyć jego zawartość w diecie. W przypadku aminokwasów rozgałęzionych duże znaczenie mają ich właściwości anaboliczne. Dotyczy to głównie leucyny, która zwiększa syntezę białka poprzez stymulację inicjacji translacji. Aminokwasy rozgałęzione pobudzają rozwój jelita i poprawiają funkcjonowanie bariery jelitowej. Zawartość waliny w diecie loch w okresie laktacji ma istotny wpływ na masę miotów przy odsadzeniu. Trzeba podkreślić, że nadmierna podaż leucyny powoduje zwiększenie aktywności enzymów katalizujących degradację aminokwasów rozgałęzionych. Nadmierna suplementacja tego aminokwasu może doprowadzić do obniżenia zawartości waliny i izoleucyny w organizmie. Z tego względu zbyt duży dodatek leucyny zwiększa ryzyko pogorszenia tempa wzrostu świń żywionych paszą o obniżonej zawartości białka. Takiego efektu można oczekiwać zwłaszcza w przypadku niedoboru waliny i izoleucyny.

## Piśmiennictwo

1. Paulicks B.R., Ott H., Roth-Maier D.A.: Performance of lactating sows in response to the dietary valine supply. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 2003, **87**, 389–396.
2. Roth-Maier D.A., Ott H., Roth F.X., Paulicks B.R.: Effects of the level of dietary valine supply on amino acids and urea concentration in milk and blood plasma of lactating sows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 2004, **88**, 39–45.
3. Moser S.A., Tokach M.D., Dritz S.S., Goodband R.D., Nelsen J.L., Loughmiller J.A.: The effects of branched-chain amino acids on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 2000, **78**, 658–667.
4. Xu Y., Zeng Z., Xu X., Tian Q., Ma X., Long S., Piao M., Cheng Z., Piao X.: Effects of the standardized ileal digestible valine: lysine ratio on performance, milk composition and plasma indices of lactating sows. *Anim. Sci. J.* 2017, **88**, 1082–1092.
5. Strathe A.V., Bruun T.S., Zerrahn J.E., Tauson A.H., Hansen C.F.: The effect of increasing the dietary valine-to-lysine ratio on sow metabolism, milk production, and litter growth. *J. Anim. Sci.* 2016, **94**, 155–164.
6. Daza A., Riopérez J., Centeno C.: Changes in the composition of sows' milk between days 5 to 26 of lactation. *Span. J. Agric. Res.* 2004, **2**, 333–336.
7. Nielsen T.T., Trottier N.L., Stein H.H., Bellaver C., Easter R.A.: The effect of litter size and day of lactation on amino acid uptake by the porcine mammary glands. *J. Anim. Sci.* 2002, **80**, 2402–2411.
8. Zheng L., Wei H., He P., Zhao S., Xiang Q., Pang J., Peng J.: Effects of Supplementation of Branched-Chain Amino Acids to Reduced-Protein Diet on Skeletal Muscle Protein Synthesis and Degradation in the Fed and Fasted States in a Piglet Model. *Nutrients* 2016, **9**, E17.
9. Columbus D.A., Steinhoff-Wagner J., Suryawan A., Nguyen H.V., Hernandez-Garcia A., Fiorotto M.L., Davis T.A.: Impact of prolonged leucine supplementation on protein synthesis and lean growth in neonatal pigs. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2015, **309**, E601–E610.
10. Wang X., Wei H., Cao J., Li Z., He P.: Metabolomics analysis of muscle from piglets fed low protein diets supplemented with branched chain amino acids using HPLC-high-resolution MS. *Electrophoresis* (w druku).
11. Hernandez-García A.D., Columbus D.A., Manjarín R., Nguyen H.V., Suryawan A., Orellana R.A., Davis T.A.: Leucine supplementation stimulates protein synthesis and reduces degradation signal activation in muscle of newborn pigs during acute endotoxemia. *Am. J. Physiol. Endocrinol. Metab.* 2016, **311**, E791–E801.
12. Su W., Xu W., Zhang H., Ying Z., Zhou L., Zhang L., Wang T.: Effects of dietary leucine supplementation on

the hepatic mitochondrial biogenesis and energy metabolism in normal birth weight and intrauterine growth-retarded weanling piglets. *Nutr. Res. Pract.* 2017, **11**, 121–129.

13. Sun Y., Wu Z., Li W., Zhang C., Sun K., Ji Y., Wang B., Jiao N., He B., Wang W., Dai Z., Wu G.: Dietary L-leucine supplementation enhances intestinal development in suckling piglets. *Amino Acids* 2015, **47**, 1517–1525.
14. Wessels A.G., Kluge H., Hirche F., Kiowski A., Schutkowski A., Corrent E., Bartelt J., König B., Stangl G.I.: High leucine diets stimulate cerebral branched-chain amino acid degradation and modify serotonin and ketone body concentrations in a pig model. *PLoS One* 2016, **11**, e0150376.
15. Gloaguen M., Le Floch N., Brossard L., Barea R., Primot Y., Corrent E., van Milgen J.: Response of piglets to the valine content in diet in combination with the supply of other branched-chain amino acids. *Animal* 2011, **5**, 1734–1742.