

# Znaczenie choliny w żywieniu loch i ich potomstwa

Adam Mirowski

## Importance of choline in nutrition of sows and their progeny

Mirowski A.

Diet should contain all of the required nutrients, including vitamins and vitamin-like substances. In the case of their deficiencies in feed components, supplementation should be considered. Choline belongs to vitamin-like substances, which are required for optimal health. Choline is a precursor of betaine, acetylcholine and phospholipids that regulate many biological processes. These substances are necessary for nervous system development. Choline deficiency may lead to liver dysfunctions, associated with excessive accumulation of triglycerides. A significant percentage of dietary choline found in feed components of vegetable origin is not available for swine tissues. The aim of this paper was to present the aspects connected with choline in nutrition of sows and their progeny.

**Keywords:** nutrition, choline, sow, piglet.

Żywnienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia i wyniki produkcyjne. Dawka pokarmowa powinna zawierać prawidłowe ilości wszystkich potrzebnych składników odżywczych, m.in. witamin i substancji witaminopodobnych. W przypadku ich niedoboru w komponentach paszowych stosuje się odpowiednie dodatki. W artykule opisano zagadnienia związane z choliną w żywieniu loch i ich potomstwa.

Cholina jest zaliczana do substancji witaminopodobnych, które są niezbędne dla organizmu. Cholina jest prekursorem betainy, acetylocholin i fosfolipidów. Cholina i jej metabolity oddziałują na szereg procesów biologicznych. Regulują właściwości fizykochemiczne błon komórkowych oraz metabolizm i transport lipidów. Odpowiednia podaż tych substancji jest potrzebna do prawidłowego rozwoju układu nerwowego. Cholina musi być dostarczana w paszy. Komponenty paszowe stosowane w żywieniu trzody chlewnej zazwyczaj nie zaspokajają zwiększonego zapotrzebowania organizmu na cholinę, dlatego uzupełnia się ją w postaci dodatków.

Wysoką zawartością choliny charakteryzują się niektóre pokarmy pochodzenia zwierzęcego, zwłaszcza żółtka jaj, mięso i produkty mleczne. Zasadnicze znaczenie ma dostępność biologiczna choliny, która determinuje możliwość wykorzystania tego składnika przez organizm. Dostępność biologiczna choliny zależy od jej formy chemicznej. Już kilkadziesiąt lat temu zwrócono uwagę, że zastąpienie naturalnych fosfolipidów chlorkiem choliny może pogorszyć dostępność biologiczną choliny (1).

Ludzie lepiej wchłaniają naturalną cholinę obecną w fosfolipidach żółtek jaj niż dwuwinian choliny. Spożycie naturalnej choliny powoduje znacznie większy wzrost stężeń choliny i jej metabolitów – betainy i dimetyloglicyny w osoczu krwi (2). W jednych

badaniach wykryto wyższe stężenia betainy i dimetyloglicyny u osób, którym podano olej z kryła (bogate źródło fosfatydylocholin) zamiast dwuwinian choliny (3). Badania na pisklętach dowodzą, że znaczna część choliny występującej w komponentach paszowych pochodzenia roślinnego używanych w żywieniu zwierząt gospodarskich jest niedostępna dla organizmu (4).

Niedawno przeprowadzono badania, które potwierdzają niską dostępność biologiczną choliny występującej w rzepaku. Rzepak zawiera sinapinę, która stanowi ester kwasu sinapowego i choliny. Skarmianie paszy zawierającej rzepak nie powoduje wzrostu stężeń choliny i jej metabolitów w wątrobie i krwi młodych świń, mimo że cholina jest uwalniana w jelicie cienkim. Dochodzi natomiast do wzrostu zawartości trimetyloaminy w jelicie grubym. Trimetyloamina powstaje z choliny w wyniku działania mikroflory jelitowej. Może ulec przekształceniu w wątrobie do tlenku trimetyloaminy. Świnie żywione paszą zawierającą rzepak charakteryzują się podwyższoną zawartością tego związku w wątrobie i krwi (5).

Skład mikroflory jelitowej wpływa na dostępność biologiczną choliny i gromadzenie się tlenku trimetyloaminy w organizmie. Nie wszystkie bakterie występujące w jelitach wytwarzają trimetyloaminę. W badaniach wykonanych na gnotobiotycznych myszach zauważono, że zasiedlenie jelit bakteriami, które nie wytwarzają trimetyloaminy w warunkach *in vitro*, nie skutkuje gromadzeniem się tlenku trimetyloaminy we krwi. Nawet niewielka ilość bakterii wytwarzających trimetyloaminę może spowodować znaczne zmniejszenie ilości choliny dostępnej dla organizmu (6).

Siara stanowi bogatsze źródło choliny niż mleko. W wydzielinie gruczołu sutkowego loch dominują fosfocholina i glicerofosfocholina. Z kolei w osoczu krwi w największych ilościach występuje fosfatydylocholina. Niedobór choliny w diecie loch w okresie ciąży i laktacji powoduje zmiany w składzie chemicznym mleka. Potwierdzają to badania wykonane na lochach, które były żywione paszą zawierającą mniej niż 550 lub znacznie ponad 1500 mg choliny/kg suchej masy. Wykryto różnice w zawartości długołańcuchowych kwasów tłuszczowych w mleku pobranym pod koniec laktacji. Mleko loch żywionych niedoborową dawką pokarmową charakteryzuje się niższym stężeniem betainy. Lochy pobierające taką paszę mają niższe stężenia choliny i jej metabolitów (betainy i dimetyloglicyny) w osoczu krwi (7).

Nie odnotowano różnic w parametrach wzrostu potomstwa loch żywionych w okresie ciąży paszą zawierającą 625 lub mniej więcej 1300 mg choliny/kg suchej masy (8). W jednych badaniach zwiększenie dodatku chlorku choliny z 220 do 770 mg/kg w diecie loch w okresie późnej ciąży i laktacji nie poprawiło wyników odchowu prosiąt (9). Nie stwierdzono wpływu suplementacji choliny w żywieniu loch (0 lub

500 ppm choliny w formie chlorku choliny) na przeżywalność prosiąt (10).

Prosięta pojeone preparatem mlekozastępczym niedoborowym w cholinę mają obniżone stężenia choliny i fosfolipidów zawierających cholinę w osoczu krwi. Niedobór choliny prowadzi do wzrostu zawartości tłuszczu w wątrobie. W wyniku gromadzenia się nadmiernych ilości triglicerydów dochodzi do zaburzeń funkcji wątroby. Obniżenie stężenia choliny w preparacie mlekozastępczym z ponad 1500 do mniej niż 500 mg/kg suchej masy nie powoduje pogorszenia parametrów wzrostu (8). Mniejsza podaż choliny może jednak być przyczyną wolniejszego tempa wzrostu (11).

W najnowszych badaniach oceniono efekty wzbogacania w cholinę diety odsadzonych świń (suplementację choliny w ilości prawie 600 mg/kg dawki pokarmowej rozpoczęto bezpośrednio po odsadzeniu i kontynuowano przez cztery tygodnie). Stwierdzono, że takie postępowanie stwarza możliwość poprawy parametrów wzrostu. Zwierzęta lepiej wykorzystują paszę i osiągają wyższe przyrosty masy ciała. Może to wynikać z oddziaływania choliny na procesy zachodzące w jelitach. Suplementacja wywołuje zmiany w składzie i aktywności mikroflory jelitowej, które skutkują wyższym stężeniem kwasu masłowego w jelicie grubym (12).

W ostatnich latach przeprowadzono sporo badań nad efektami stosowania mieszanin zawierających składniki odżywcze dostarczające grup metylowych i ich prekursorów, między innymi cholinę. Wykazano, że dodawanie choliny, betainy, kwasu foliowego i witaminy B<sub>12</sub> do diety ciężarnych loch w ilościach wynoszących odpowiednio 400 mg/kg, 3 g/kg, 15 mg/kg i 150 µg/kg powoduje zwiększenie urodzeniowej i odsadzeniowej masy ciała prosiąt. Potomstwo loch żywionych wzbogaconą dawką pokarmową osiąga wyższe przyrosty masy ciała również po odsadzeniu. Szybsze tempo wzrostu jest związane z większą ekspresją insulinopodobnego czynnika wzrostu 1 (13).

Dodawanie mieszaniny choliny, metioniny, kwasu foliowego oraz witamin B<sub>6</sub> i B<sub>12</sub> do diety ciężarnych loch może pobudzić rozwój mięśni szkieletowych ich potomstwa. Potomstwo takich loch ma grubsze włókna mięśniowe i osiąga wyższe przyrosty masy ciała. Zwraca się uwagę na zwiększoną ekspresję genów uczestniczących w procesie miogenezy. Zastosowanie tych substancji powoduje wzrost stężeń ich metabolitów we krwi pępowinowej, m.in. betainy (14).

Składniki odżywcze, które dostarczają grup metylowych, przenikają do płodów. Mogą modulować metabolizm płodów, co wynika ze zmian w ekspresji genów. W jednych badaniach suplementacja przyczyniła się do zwiększenia masy płodów w okresie późnej ciąży (15). Przenikanie choliny i jej metabolitów do płodów zostało odnotowane w badaniach wykonanych na szczurach. Cholina podana ciężarnym samicom gromadzi się w tkankach płodów głównie w formie fosfatydylocholiny i fosfocholiny. W wyniku dodawania chlorku choliny do dawki pokarmowej samic znacznie więcej choliny i jej metabolitów ulega odłożeniu w płodach (16).

Zaburzenia w okresie rozwoju płodowego mogą przyczynić się do zmian w metabolizmie choliny.

Potwierdzają to badania przeprowadzone na prosiętach z wewnątrzmacicznym zahamowaniem wzrostu. W wycinkach jelita cienkiego pobranych od takich prosiąt notuje się niższe stężenia choliny, glicerofosfocholiny i tlenu trimetyloaminy. Prosięta z wewnątrzmacicznym zahamowaniem wzrostu charakteryzują się niższym stężeniem glicerofosfocholiny we krwi, w porównaniu z osobnikami o prawidłowej masie ciała. Różnice w stężeniach różnych metabolitów wskazują na zmiany w metabolizmie lipidów, aminokwasów i energii, które skutkują wolniejszym wzrostem w okresie odchowu (17).

Wyniki badań wykonanych na prosiętach często są wykorzystywane w żywieniu dzieci. Prosięta stanowią model zwierzęcy m.in. w badaniach nad wpływem choliny na rozwój układu nerwowego. Wykazano, że prosięta, których matki są żywione w okresie ciąży paszą niedoborową w cholinę, mają mniejsze mózgi (8). Zbyt mała podaż choliny w okresie postnatalnym też stwarza ryzyko spowolnienia rozwoju układu nerwowego. Wynika to z obniżonej zawartości niektórych jej metabolitów (18).

## Podsumowanie

Zwierzęta potrzebują choliny, która musi być dostarczona w paszy. Znaczna część choliny występującej w komponentach paszowych pochodzenia roślinnego jest niedostępna dla organizmu. Z tego względu jest dodawana do mieszanek paszowych dla zwierząt gospodarskich. Niedobór choliny może spowodować zaburzenia funkcji wątroby, które wynikają z gromadzenia się nadmiernych ilości triglicerydów. Skład dawki pokarmowej podawanej lochom w okresie ciąży ma zasadniczy wpływ na rozwój płodów. Cholina i jej metabolity mogą przenikać do płodów. Związki te mogą modulować metabolizm i rozwój organizmu w okresie życia płodowego. Świnie stanowią model zwierzęcy w badaniach nad wpływem podaży choliny w diecie matek na rozwój układu nerwowego potomstwa.

## Piśmiennictwo

1. Hirsch M.J., Growdon J.H., Wurtman R.J.: Relations between dietary choline or lecithin intake, serum choline levels, and various metabolic indices. *Metabolism* 1978, 27, 953–960.
2. Smolders L., de Wit N.J.W., Balvers M.G.J., Obeid R., Vissers M.M.M., Esser D.: Natural Choline from Egg Yolk Phospholipids Is More Efficiently Absorbed Compared with Choline Bitartrate; Outcomes of A Randomized Trial in Healthy Adults. *Nutrients* 2019, 11, 2758.
3. Mödinger Y., Schön C., Wilhelm M., Hals P.A.: Plasma Kinetics of Choline and Choline Metabolites After A Single Dose of Superba Boost™ Krill Oil or Choline Bitartrate in Healthy Volunteers. *Nutrients* 2019, 11, 2548.
4. Emmert J.L., Baker D.H.: A chick bioassay approach for determining the bioavailable choline concentration in normal and overheated soybean meal, canola meal and peanut meal. *J. Nutr.* 1997, 127, 745–752.
5. Chen H., Peng L., de Nanclares M.P., Trudeau M.P., Yao D., Cheng Z., Urriola P.E., Mydland L.T., Shurson G.C., Overland M., Chen C.: Identification of Sinapine-Derived Choline from a Rapeseed Diet as a Source of Serum Trimethylamine N-Oxide in Pigs. *J. Agric. Food Chem.* 2019, 67, 7748–7754.
6. Romano K.A., Vivas E.I., Amador-Noguez D., Rey F.E.: Intestinal microbiota composition modulates choline bioavailability from diet and accumulation of the proatherogenic metabolite trimethylamine-N-oxide. *mBio* 2015, 6, e02481.
7. Mudd A.T., Alexander L.S., Johnson S.K., Getty C.M., Malysheva O.V., Caudill M.A., Dilger R.N.: Perinatal Dietary Choline Deficiency

- in Sows Influences Concentrations of Choline Metabolites, Fatty Acids, and Amino Acids in Milk throughout Lactation. *J. Nutr.* 2016, **146**, 2216–2223.
8. Getty C.M., Dilger R.N.: Moderate Perinatal Choline Deficiency Elicits Altered Physiology and Metabolomic Profiles in the Piglet. *PLoS One* 2015, **10**, e0133500.
  9. Boyd R.D., Moser B.D., Peo E.R. Jr., Lewis A.J., Johnson R.K.: Effect of tallow and choline chloride addition to the diet of sows milk composition, milk yield and preweaning pig performance. *J. Anim. Sci.* 1982, **54**, 1–7.
  10. Seerley R.W., Snyder R.A., McCampbell H.C.: The influence of sow dietary lipids and choline on piglet survival, milk and carcass composition. *J. Anim. Sci.* 1981, **52**, 542–550.
  11. Johnson B.C., James M.F.: Choline Deficiency in the Baby Pig. *J. Nutr.* 1948, **36**, 339–349.
  12. Qiu Y., Liu S., Hou L., Li K., Wang L., Gao K., Yang X., Jiang Z.: Supplemental Choline Modulates Growth Performance and Gut Inflammation by Altering the Gut Microbiota and Lipid Metabolism in Weaned Piglets. *J. Nutr.* 2021, **151**, 20–29.
  13. Jin C., Zhuo Y., Wang J., Zhao Y., Xuan Y., Mou D., Liu H., Zhou P., Fang Z., Che L., Xu S., Feng B., Li J., Jiang X., Lin Y., Wu D.: Methyl donors dietary supplementation to gestating sows diet improves the growth rate of offspring and is associating with changes in expression and DNA methylation of insulin-like growth factor-1 gene. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 2018, **102**, 1340–1350.
  14. He Q., Zou T., Chen J., Jian L., He J., Xia Y., Xie F., Wang Z., You J.: Maternal Methyl-Donor Micronutrient Supplementation During Pregnancy Promotes Skeletal Muscle Differentiation and Maturity in Newborn and Weaning Pigs. *Front. Nutr.* 2020, **7**, 609022.
  15. Oster M., Nuchchanart W., Trakooljul N., Muráni E., Zeyner A., Wirthgen E., Hoeflich A., Ponsuksili S., Wimmers K.: Methylating micronutrient supplementation during pregnancy influences foetal hepatic gene expression and IGF signalling and increases foetal weight. *Eur. J. Nutr.* 2016, **55**, 1717–1727.
  16. Garner S.C., Mar M.H., Zeisel S.H.: Choline distribution and metabolism in pregnant rats and fetuses are influenced by the choline content of the maternal diet. *J. Nutr.* 1995, **125**, 2851–2858.
  17. He Q., Ren P., Kong X., Xu W., Tang H., Yin Y., Wang Y.: Intrauterine growth restriction alters the metabolome of the serum and jejunum in piglets. *Mol. Biosyst.* 2011, **7**, 2147–2155.
  18. Mudd A.T., Getty C.M., Sutton B.P., Dilger R.N.: Perinatal choline deficiency delays brain development and alters metabolite concentrations in the young pig. *Nutr. Neurosci.* 2016, **19**, 425–433.
- 

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