

# Wpływ karnityny na rozwój prosiąt

Adam Mirowski

## The impact of carnitine on piglets development

Mirowski A.

Nutrition is one of the most important factors influencing animal health status. Carnitine belongs to substances that regulate energy metabolism. Carnitine is essential for beta-oxidation of fatty acids. Feed ingredients for swine diets are usually poor in carnitine. Endogenous carnitine synthesis may not be insufficient to meet increased demands during gestation and lactation. L-carnitine supplementation can increase litter weights at birth and weaning. Piglets born to sows fed a diet supplemented with L-carnitine grow faster during the suckling period and achieve greater weaning weight because they consume more milk. The aim of this paper was to present the aspects connected with the impact of carnitine on piglets development.

**Keywords:** carnitine, piglets, growth, milk, suckling period.

**Z**ywienie jest jednym z najważniejszych czynników wpływających na stan zdrowia. Dawka pokarmowa powinna zawierać odpowiednie ilości wszystkich składników odżywczych potrzebnych do prawidłowego funkcjonowania organizmu. Pasze mogą zawierać szereg związków biologicznie czynnych, które regulują procesy metaboliczne. Przykładem takiego związku jest karnityna. Komponenty paszowe stosowane w żywieniu trzody chlewnej zazwyczaj są ubogie w karnitynę,

która w największych ilościach występuje w pokarmach pochodzenia zwierzęcego. Naukowcy zajmujący się znaczeniem karnityny dla świń koncentrują się przede wszystkim na efektach wzbogacania w ten składnik diety loch w okresie ciąży i laktacji.

Karnityna uczestniczy w beta-oksydacji kwasów tłuszczowych. Należy zatem do związków regulujących metabolizm energii. U świń karnityna jest syntetyzowana w wątrobie i nerkach. Najwyższe stężenia występują w mięśniach szkieletowych i sercu. Według jednych obserwacji nowo narodzone prosięta nie wykazują niedoboru tej substancji (1). W innych badaniach stwierdzono jednak, że prosięta rodzą się z bardzo małym zapasem karnityny. W pierwszych dwóch dniach życia doszło do dwukrotnego wzrostu jej stężenia we krwi i czterokrotnego w wątrobie. Wzrost ten mógł wynikać z pobierania znacznych ilości karnityny w wydzielinie gruczołu sutkowego (2). Prosięta pojojne preparatem mlekozastępczym ubogim w karnitynę mają niższe stężenia tej substancji we krwi i w wątrobie. Ilość karnityny pobieranej przez prosięta ma znacznie mniejszy wpływ na jej zawartość w mięśniach. Według badań przeprowadzonych w warunkach *in vitro* niedobór karnityny upośledza oksydację kwasów tłuszczowych w wątrobie prosiąt (3, 4). Wzbogacenie diety w L-karnitynę powoduje zwiększenie ekspresji genów kodujących białka uczestniczące w katabolizmie kwasów tłuszczowych w wątrobie (5).

Lochy w okresie laktacji mają obniżone stężenia karnityny. Stężenia w wątrobie i osoczu krwi są niższe o około 20 i 50%, w porównaniu z wartościami notowanymi poza okresem laktacji. Przyczynia się do tego przenikanie znacznych ilości karnityny do wydzieliny gruczołu sutkowego. W okresie laktacji dochodzi do zwiększenia ekspresji genów kodujących białka uczestniczące w syntezie i transporcie karnityny. Może to wynikać z ujemnego bilansu energii i konieczności utrzymania stężenia karnityny na poziomie umożliwiającym transport większych ilości kwasów tłuszczowych do mitochondriów (6). Nasiloną ekspresję tych genów obserwuje się również w okresie głodu. Towarzyszą temu wyższe stężenia karnityny w wątrobie i nerkach (7).

W badaniach przeprowadzonych na młodych swniach wykazano, że zwierzęta te dobrze przyswajają L-karnitynę. Według tych obserwacji ponad 90% L-karnityny dodanej do paszy ulega wchłonięciu w jelicie cienkim. Suplementacja powoduje wzrost zawartości karnityny w tkankach, który jest zależny od dawki. Po zastosowaniu najwyższej dawki (1000 mg/kg paszy) stężenia karnityny w osoczu krwi, wątrobie, nerkach, sercu i mięśniach szkieletowych były wyższe od trzech do sześciu razy, w porównaniu z wartościami notowanymi u osobników żywionych paszą bez dodatku tej substancji (8). Suplementacja karnityny w okresie ciąży zwiększa jej zawartość w tkankach płodów. Potwierdzają to badania, w których lochy były żywione paszą z dodatkiem L-karnityny w ilości 50 mg/kg przez pierwsze 70 dni ciąży. Stężenia karnityny w wątrobie i sercu były wyższe o kilkadziesiąt procent po zastosowaniu suplementacji (9). Potomstwo loch otrzymujących dodatek L-karnityny w okresie ciąży i laktacji jest lepiej zaopatrzone w ten składnik zarówno w dniu porodu, jak i przez cały okres karmienia mlekiem (10). Suplementacja powoduje wzrost stężenia karnityny w wydzielinie gruczołu sutkowego (11).

Wzbogacanie diety loch w L-karnitynę może spowodować przede wszystkim poprawę przyrostów masy ciała ich potomstwa w okresie karmienia mlekiem. Dowodzą tego badania niemieckich naukowców, którzy dodawali ją do diety loch w okresie ciąży i laktacji, w dawkach dziennych wynoszących odpowiednio 125 i 250 mg. Prosięta ssące lochy otrzymujące dodatek L-karnityny osiągnęły wyższą odsadzeniową masę ciała, mimo że były lżejsze w dniu porodu. Niższa urodzeniowa masa ciała mogła być efektem większej liczby prosiąt w miocie. Masa miotów była wyższa po zastosowaniu tego dodatku (11). W przypadku braku wpływu suplementacji L-karnityny na liczbę prosiąt w miocie można oczekiwać wyższej urodzeniowej masy ciała prosiąt (12, 13). Szybsze tempo wzrostu prosiąt wynika głównie ze zwiększenia ilości mleka wytwarzanego przez samice (11). Jednocześnie wykazano, że prosięta urodzone przez samice otrzymujące w okresie ciąży dodatek L-karnityny spędzają więcej czasu, ssąc lochy, dzięki czemu mogą wypić więcej mleka. Efektem są wyższe przyrosty masy ciała, mimo braku istotnych zmian w zawartości podstawowych składników odżywczych w mleku (14).

Korzystny wpływ dodawania L-karnityny do diety loch na tempo wzrostu prosiąt potwierdzają badania, które opublikowano w 2017 r. Potomstwo loch otrzymujących dodatek tej substancji w ilości 100 mg/kg dawki pokarmowej, począwszy od ostatniego tygodnia ciąży do odsadzenia, szybciej rosło i osiągnęło wyższą odsadzeniową masę ciała. Także według tych obserwacji suplementacja L-karnityny nie ma większego wpływu na zawartość podstawowych składników odżywczych w wydzielinie gruczołu sutkowego. Suplementacja spowodowała wzrost stężenia tłuszczu w sianie. Nie wykryto żadnych zmian w składzie chemicznym mleka. Zwrócono natomiast uwagę na wzrost zawartości immunoglobulin G i A w sianie oraz we krwi loch i prosiąt. W tych badaniach nie odnotowano wpływu suplementacji L-karnityny na liczbę prosiąt żywo urodzonych w miocie, urodzeniową masę ciała i przeżywalność prosiąt (15).

Także polscy naukowcy nie stwierdzili wpływu dodawania L-karnityny do diety loch na liczbę prosiąt żywo urodzonych w miocie i urodzeniową masę ciała. Suplementacja spowodowała zmniejszenie liczby upadków i zwiększenie odsadzeniowej masy ciała prosiąt. Ponadto zauważono zmiany stężeń niektórych metabolitów w osoczu krwi loch, które mogły wynikać z oddziaływania karnityny na gospodarkę lipidową (16). W innych badaniach przeprowadzonych w polskim ośrodku naukowym efektem suplementacji była większa liczba prosiąt w dniu odsadzenia. Lochy otrzymujące od 90. dnia ciąży do końca laktacji dodatek L-karnityny w ilości 50 mg/kg dawki pokarmowej odchowaly średnio 11,0 prosiąt w miocie. W przypadku loch nieotrzymujących dodatku wartość ta wynosiła 10,1. W wyniku suplementacji doszło do znacznego zwiększenia tempa wzrostu prosiąt. Średnia masa miotu przy odsadzeniu była znacznie wyższa mimo niższej masy po porodzie. Nie wykryto istotnych zmian w składzie chemicznym mleka. Zwrócono jednak uwagę na mniejszą liczbę komórek somatycznych w mleku. Można zatem wnioskować o korzystnym wpływie suplementacji L-karnityny na stan zdrowotny gruczołu sutkowego (17). Według obserwacji amerykańskich naukowców suplementacja L-karnityny tylko w czasie laktacji (50–200 ppm) ma niewielki wpływ na wyniki odchowu prosiąt. Z kolei po zastosowaniu dodatku L-karnityny w okresie ciąży (100 mg dziennie) uzyskano wyższą urodzeniową masę ciała prosiąt oraz wyższą masę miotów przy porodzie i odsadzeniu (18, 19).

Wskazuje się na korzystny wpływ L-karnityny na tkankę mięśniową prosiąt. Wykazano, że suplementacja zwiększa ekspresję genów kodujących białka uczestniczące w procesach anabolicznych. Jednocześnie dochodzi do zahamowania procesów katabolicznych, zwłaszcza degradacji białek mięśniowych (20, 21). Stwierdzono, że L-karnityna stymuluje rozwój włókien mięśniowych u prosiąt z niską urodzeniową masą ciała. W wyniku suplementacji mniej tłuszczu uległo odłożeniu w organizmie. Efekty te mogły wynikać z nasilenia oksydacji kwasów tłuszczowych i poprawy bilansu energii (22). Według innych obserwacji suplementacja L-karnityny (dodawana do preparatu mlekozastępczego w dawce dziennej wynoszącej prawie 0,5 g) nie ma istotnego wpływu na tempo

wzrostu i masę mięśni szkieletowych prosiąt o niskiej urodzeniowej masie ciała (23).

Omawiając zagadnienia związane ze znaczeniem karnityny w rozwoju prosiąt, warto zwrócić uwagę na jej oddziaływanie na przewód pokarmowy. Wykazano, że dodawanie L-karnityny do diety loch w okresie ciąży i laktacji w ilościach wynoszących odpowiednio 100 i 200 mg/kg dawki pokarmowej wywiera korzystny wpływ na barierę jelitową ich potomstwa. Przejawia się to między innymi nasileniem ekspresji białek połączeń międzykomórkowych w błonie śluzowej jelita cienkiego. Ponadto dochodzi do zwiększenia aktywności dysmutazy ponadtlenkowej i obniżenia stężenia dialdehydu malonowego (24). We wcześniejszych badaniach L-karnityna wchodziła w skład mieszaniny substancji bioaktywnych, która przyspieszyła rozwój nabłonka jelita cienkiego osesków (25).

### Podsumowanie

Komponenty paszowe stosowane w żywieniu loch zazwyczaj są ubogie w karnitynę, a synteza endogenna może nie zaspokajać potrzeb organizmu w okresie ciąży i laktacji. Efektem wzbogacania diety ciężarnych loch w L-karnitynę może być wyższa masa miotów przy urodzeniu. Może to wynikać z większej liczby prosiąt w miocie lub wyższej urodzeniowej masy ciała prosiąt. Według badań przeprowadzonych w warunkach *in vitro* L-karnityna wywiera korzystny wpływ na dojrzewanie oocytów i rozwój zarodków (26). Wyższa masa ciała prosiąt w dniu porodu może być spowodowana pobudzeniem metabolizmu energii i lepszym odżywieniem płodów. Suplementacja L-karnityny w okresie ciąży może pobudzić rozwój łożyska. Niemniej jednak nie zawsze ma to wpływ na masę prosiąt i miotów (27). Większość badań dowodzi, że potomstwo loch żywionych paszą wzbogaconą w L-karnitynę charakteryzuje się szybszym tempem wzrostu w okresie karmienia mlekiem i osiąga wyższą odsadzeniową masę ciała. Wynika to przede wszystkim z pobierania większych ilości mleka.

### Piśmiennictwo

- Fischer M., Keller J., Hirche F., Kluge H., Ringseis R., Eder K.: Activities of gamma-butyrobetaine dioxygenase and concentrations of carnitine in tissues of pigs. *Comp. Biochem. Physiol. A: Mol. Integr. Physiol.* 2009, **153**, 324–31.
- Kerner J., Froseth J.A., Miller E.R., Bieber L.L.: A study of the acylcarnitine content of sows' colostrum, milk and newborn piglet tissues: demonstration of high amounts of isovaleryl carnitine in colostrum and milk. *J. Nutr.* 1984, **114**, 854–61.
- Coffey M.T., Shireman R.B., Herman D.L., Jones E.E.: Carnitine status and lipid utilization in neonatal piglets fed diets low in carnitine. *J. Nutr.* 1991, **121**, 1047–53.
- Penn D., Bobrowski P.J., Zhang L., Schmidt-Sommerfeld E.: Neonatal nutritional carnitine deficiency: a piglet model. *Pediatr. Res.* 1997, **42**, 114–21.
- Keller J., Ringseis R., Priebe S., Guthke R., Kluge H., Eder K.: Effect of L-carnitine on the hepatic transcript profile in piglets as animal model. *Nutr. Metab. (Lond)*. 2011, **8**, 76.
- Rosenbaum S., Ringseis R., Most E., Hillen S., Becker S., Erhardt G., Reiner G., Eder K.: Genes involved in carnitine synthesis and carnitine uptake are up-regulated in the liver of sows during lactation. *Acta Vet. Scand.* 2013, **55**, 24.
- Ringseis R., Wege N., Wen G., Rauer C., Hirche F., Kluge H., Eder K.: Carnitine synthesis and uptake into cells are stimulated by fasting in pigs as a model of nonproliferating species. *J. Nutr. Biochem.* 2009, **20**, 840–7.
- Fischer M., Varady J., Hirche F., Kluge H., Eder K.: Supplementation of L-carnitine in pigs: absorption of carnitine and effect on plasma and tissue carnitine concentrations. *Arch. Anim. Nutr.* 2009, **63**, 1–15.
- Xi L., Brown K., Woodworth J., Shim K., Johnson B., Odle J.: Maternal dietary L-carnitine supplementation influences fetal carnitine status and stimulates carnitine palmitoyltransferase and pyruvate dehydrogenase complex activities in swine. *J. Nutr.* 2008, **138**, 2356–62.
- Birkenfeld C., Doberenz J., Kluge H., Eder K.: Effect of l-carnitine supplementation of sows on l-carnitine status, body composition and concentrations of lipids in liver and plasma of their piglets at birth and during the suckling period. *Animal Feed Science and Technology* 2006, **129**, 23–38.
- Ramanau A., Kluge H., Spilke J., Eder K.: Supplementation of sows with L-carnitine during pregnancy and lactation improves growth of the piglets during the suckling period through increased milk production. *J. Nutr.* 2004, **134**, 86–92.
- Eder K., Ramanau A., Kluge H.: Effect of L-carnitine supplementation on performance parameters in gilts and sows. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2001, **85**, 73–80.
- Ramanau A., Kluge H., Spilke J., Eder K.: Reproductive performance of sows supplemented with dietary L-carnitine over three reproductive cycles. *Arch. Tierernahr.* 2002, **56**, 287–96.
- Birkenfeld C., Kluge H., Eder K.: L-carnitine supplementation of sows during pregnancy improves the suckling behaviour of their offspring. *Br. J. Nutr.* 2006, **96**, 334–42.
- Tian M., Wang N., Su G., Shi B., Shan A.: Effects of dietary l-carnitine and fat type on the performance, milk composition and immunoglobulin in sows, and immunological variables of sows and piglets during late gestation and lactation. *Czech J. Anim. Sci.* 2017, **62**, 185–194.
- Grela E.R., Czech A., Chachaj R.: Effect of L-carnitine diets on performance and blood metabolites in sows. *J. Anim. Feed Sci* 2005, **14** (Supplement 1), 349–352.
- Rutkowski P., Więcek J., Rekiel A., Tokarska G.: Wpływ dodatku L-karnityny na wyniki produkcyjne loch. *Roczniki Naukowe Polskiego Towarzystwa Zootechnicznego* 2014, **10**, 77–85.
- Musser R.E., Goodband R.D., Tokach M.D., Owen K.Q., Nelssen J.L., Blum S.A., Campbell R.G., Smits R., Dritz S.S., Civis C.A.: Effects of L-carnitine fed during lactation on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 1999, **77**, 3296–303.
- Musser R.E., Goodband R.D., Tokach M.D., Owen K.Q., Nelssen J.L., Blum S.A., Dritz S.S., Civis C.A.: Effects of L-carnitine fed during gestation and lactation on sow and litter performance. *J. Anim. Sci.* 1999, **77**, 3289–95.
- Keller J., Ringseis R., Koc A., Lukas I., Kluge H., Eder K.: Supplementation with l-carnitine downregulates genes of the ubiquitin proteasome system in the skeletal muscle and liver of piglets. *Animal* 2012, **6**, 70–8.
- Keller J., Ringseis R., Priebe S., Guthke R., Kluge H., Eder K.: Dietary L-carnitine alters gene expression in skeletal muscle of piglets. *Mol. Nutr. Food Res.* 2011, **55**, 419–29.
- Lösel D., Kalbe C., Rehfeldt C.: L-Carnitine supplementation during suckling intensifies the early postnatal skeletal myofiber formation in piglets of low birth weight. *J. Anim. Sci.* 2009, **87**, 2216–26.
- Madsen J.G., Seoni E., Kreuzer M., Silacci P., Bee G.: Influence of l-carnitine and l-arginine on protein synthesis and maturation of the semitendinosus muscle of lightweight piglets. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* (w druku).
- Wei B., Nie S., Meng Q., Qu Z., Shan A., Chen Z.: Effects of l-carnitine and/or maize distillers dried grains with solubles in diets of gestating and lactating sows on the intestinal barrier functions of their offspring. *Br. J. Nutr.* 2016, **116**, 459–69.
- Strzałkowski A.K., Godlewski M.M., Hallay N., Kulasek G., Gajewski Z., Zabielski R.: The effect of supplementing sow with bioactive substances on neonatal small intestinal epithelium. *J. Physiol. Pharmacol.* 2007, **58** (Supplement 3), 115–122.
- Wu G.Q., Jia B.Y., Li J.J., Fu X.W., Zhou G.B., Hou Y.P., Zhu S.E.: L-carnitine enhances oocyte maturation and development of parthenogenetic embryos in pigs. *Theriogenology* 2011, **76**, 785–93.
- Doberenz J., Birkenfeld C., Kluge H., Eder K.: Effects of L-carnitine supplementation in pregnant sows on plasma concentrations of insulin-like growth factors, various hormones and metabolites and chorion characteristics. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl.)* 2006, **90**, 487–99.

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