

# Биоплекс® Медь:

## Высокая биодоступность и экологичность



Gang LIN<sup>1</sup>, Yang GUO<sup>2</sup>, Bing LIU<sup>3</sup>, Ruiguo WANG<sup>1</sup>, Xiaou SU<sup>1</sup>, Dongyou YU<sup>2</sup>, Pingli HE<sup>4</sup>,

<sup>1</sup>Institute of Quality Standards and Testing Technology for Agricultural Products, Chinese Academy of Agricultural Sciences, Key Laboratory of Agrifood Safety and Quality, Ministry of Agriculture and Rural Affairs (Beijing 10081, China),

<sup>2</sup>College of Animal Science, Zhejiang University, Key Laboratory of Animal Nutrition and Feed in East China of Ministry of Agriculture and Rural Affairs (Hangzhou, Zhejiang 310058, China),

<sup>3</sup>State Key Laboratory of Food Science and Technology, Jiangnan University (Wuxi, Jiangsu 214122, China),

<sup>4</sup>State Key Laboratory of Animal Nutrition, College of Animal Science and Technology, China Agricultural University (Beijing 100193, China)

**М**едь (Cu) – важный микроэлемент для синтеза гемоглобина и активации некоторых окислительных ферментов, необходимых для нормального обмена веществ и развития свиней. Минимальная дозировка – 5–6 мг/кг Cu – достаточна для предотвращения симптомов дефицита и поддержания роста порослят-отъемышей [1, 2]. Cu содержится в большинстве кормовых ингредиентов, таких как кукуруза, пшеница, соевый шрот. Стандартный рацион без дополнительных микроэлементов, как правило, обеспечивает уровень меди, равный или превышающий потребности животного. Принимая во внимание, что в 2012 году NRC указал, что микроэлементы следует рассматривать как факторы безопасности [2], в свиноводстве обычно добавляют 10–25 мг/кг Cu для поддержания жизни или в диапазоне от 100 до 250 мг/кг – для обеспечения эффекта стимуляции роста порослят-отъемышей [3, 4].

Повышенные концентрации Cu также могут иметь нежелательные последствия для животноводства. Высокие уровни сульфата меди (CuSO<sub>4</sub>) в кормах препятствуют усвоению других минералов, таких как цинк [4], фосфор [5], и снижают эффективность фитазы [6]. Особое беспокойство вызывает отбор Cu-толерантных

и мультиантибиотикорезистентных бактерий как у свиней [7, 8], птицы, так и у жвачных [9], что потенциально может оказать негативное влияние на лечение антибиотиками болезней не только у животных, но и у людей. Кроме того, исследователи сообщили о 14-кратном увеличении экскреции Cu с фекалиями при использовании 250 мг/кг CuSO<sub>4</sub> по сравнению со стандартным рационом без добавления дополнительной меди [10]. Повышенное выделение меди во внешнюю среду, ее накопление в почве и воде приводит к снижению урожайности [11] и потенциальной токсичности для сельскохозяйственных животных [12]. Что касается возможной экологической угрозы, то Китай, например, и другие страны утвердили снижение максимально допустимого уровня содержания Cu в комбикормах для различных видов животных. Следовательно, необходимы альтернативные источники Cu для стимуляции роста, которые имеют более высокую биодоступность и более безопасны для окружающей среды.

Медь может быть включена в рационы либо в виде неорганических солей, таких как сульфаты, оксиды или хлориды, либо в органических формах, таких как хелатные комплексы и комплексы Cu. По сообщениям, гидроксихлорид меди

(трехосновной хлорид меди, ТВСС) столь же эффективен, как и CuSO<sub>4</sub>, для стимуляции роста [13], но менее активен в витаминно-минеральном премиксе из-за того, что нерастворим в воде [14]. Протеинат меди (CuPro), который получают хелатированием растворимой соли меди с ферментативно гидролизованным соевым белком, оказался более эффективным в увеличении скорости роста порослят-отъемышей и снижении экскреции Cu с фекалиями по сравнению с CuSO<sub>4</sub> [15]. Однако имеется ограниченная информация об оптимальных уровнях добавления в рационы порослят этих двух форм Cu для стимуляции роста. Кроме того, наблюдалась сильная корреляция между интенсивностью роста и биодоступностью источника меди [3].

Таким образом, цель настоящего исследования состояла в том, чтобы определить реакцию порослят на кормовые источники и концентрации Cu с точки зрения показателей роста, содержания меди в печени для оценки ее оптимальных уровней в формах ТВСС и CuPro после отъема (от 28 до 66 дней). Также была исследована относительная биодоступность органического CuPro по сравнению с неорганическим ТВСС для порослят, получавших рацион на основе кукурузно-соевого шрота.

## ■ Материалы и методы исследования

Поросята-отъемыши были разделены на несколько экспериментальных групп в зависимости от потребляемого рациона с включением разных уровней меди в двух формах (трехосновой хлорид меди, ТВСС и протеинат меди). Продолжительность эксперимента составила 38 дней.

## ■ Результаты

Замена в рационах порослят-отъемышей неорганического источника меди (трехоснового хлорида меди) более низкой концентрацией Биоплекса® Меди позволяет уменьшать выбросы этого микроэлемента в окружающую среду при более эффективном ее использовании организмом животного. Биодоступность меди из Биоплекса® Меди (CuPro) была на 56–163% выше, чем из неорганического источника. Интенсивность роста и конверсия корма порослят зависела в значительной степени от общего уровня концентрации меди (табл.).

Определенное влияние на зоотехнические показатели оказывал и источник меди: при ее содержании в рационе на уровне 40 и 80 мг/кг (по чистому веществу) достоверно отмечена более высокая живая масса

**Таблица. Влияние уровня и источника меди на показатели продуктивности порослят**

Показатель	Источник меди	Содержание меди в рационе, мг/кг			
		10	20	40	80
Живая масса в 0 дней, кг	Неорганический	7,40	7,43	7,43	7,23
	Биоплекс®	7,44	7,37	7,47	7,33
Живая масса в 38 дней, кг	Неорганический	18,91	18,95	19,48	19,82
	Биоплекс®	19,01	19,24	19,97*	21,18*
Среднесуточное потребление корма, г	Неорганический	501,5	494,8	500,0	504,5
	Биоплекс®	492,9	497,6	502,3	518,1
Конверсия корма	Неорганический	1,66	1,63	1,58	1,52
	Биоплекс®	1,62*	1,59*	1,53*	1,42*

\*Различия статистически значимы (P<0,05).

в группах, получавших Биоплекс® Медь, по сравнению с соответствующими контрольными группами, потреблявшими медь в неорганической форме. Важно и то, что замена неорганического источника меди на Биоплекс® Медь достоверно улучшала конверсию корма при содержании меди в рационе от 10 до 80 мг/кг.

Кроме того, в группах, получавших высокие уровни неорганической формы меди, наблюдалось снижение концентрации цинка в печени, чего не отмечалось у порослят, которым

давали медь в форме Биоплекса®. Это подтверждает существование антагонизма неорганических форм микроэлементов.

Проведенное исследование доказывает: благодаря применению в кормлении порослят меди в форме Биоплекса® улучшены показатели продуктивности, что свидетельствует о более высокой доступности и усвояемости по сравнению с неорганической формой. Оптимальным уровнем ввода в рацион меди в органической форме можно считать 80 мг/кг.

## Литература

1. National Research Council (U.S.). Subcommittee on Swine Nutrition. Nutrient requirements of swine/10th rev. ed. Nutrient requirements of domestic animals. Washington, D.C.: National Academy Press, 1998. 189 p.
2. National Research Council (U.S.). Committee on Nutrient Requirements of Swine. Nutrient requirements of swine/11th rev. ed. Washington, D.C.: National Academies Press, 2012. 400 p.
3. Cromwell G.L., Stahly T.S., Monegue H.J. Effects of source and level of copper on performance and liver copper stores in weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 1989. 67(11):2996–3002.
4. Zhao J., Allee G., Gerlemann G., Ma L., Gracia M.I., Parker D. et al. Effects of a chelated copper as growth promoter on performance and carcass traits in pigs. *Asian-Australas J. Anim. Sci.*, 2014. 27(7):73–965.
5. Banks K.M., Thompson K.L., Jaynes P., Applegate T.J. The effects of copper on the efficacy of phytase, growth, and phosphorus retention in broiler chicks 1. *Poult. Sci.*, 2004. 83(8):41–1335.
6. Ao T., Pierce J.L., Dawson K.A., Pescatore A.J., Cantor A.H., Ford M.J. Effects of supplementing different forms of copper in broiler diets on the efficacy of phytase. *Southern Poultry Scientific Symposium*. 2010.
7. Gebreyes W.A., Davies P.R., Turkson P.K., Morrow W.E., Funk J.A., Altier C. Salmonella enterica serovars from pigs on farms and after slaughter and validity of using bacteriologic data to define herd Salmonella status. *J. Food Prot.*, 2004. 67(4):7–691.
8. Amachawadi R.G., Shelton N.W., Jacob M.E., Shi X., Narayanan S.K., Zurek L. et al. Occurrence of tcrB, a transferable copper resistance gene, in fecal enterococci of swine. *Foodborne Pathog. Dis.*, 2010. 7(9):97–1089.
9. Hasman H., Aarestrup F.M. tcrB, a gene conferring transferable copper resistance in enterococcus faecium: Occurrence, transferability, and linkage to macrolide and glycopeptide resistance. *Antimicrob. Agents Chemother.*, 2002. 46(5):6–1410.
10. Roof M.D., Mahan D.C. Effect of carbadox and various dietary copper levels for weanling swine. *J. Anim. Sci.*, 1982. 55(5):17–1109.
11. Tucker M.R. Experiences with metal toxicities in North Carolina. *Proc. 40th Annual Meeting Raleigh. Soil Sci. Soc.*, 1997.
12. Suttle N.F., Price J. The potential toxicity of copper-rich animal excreta to sheep. *Anim. Prod.*, 1976. 23:41–233.
13. Cromwell G.L., Lindemann M.D., Monegue H.J., Hall D.D., Orr D.E.Jr. Tribasic copper chloride and copper sulfate as copper sources for weanling pigs. *J. Anim. Sci.*, 1998. 76(1):23–118.
14. Miles R.D., O'Keefe S.F., Henry P.R., Ammerman C.B., Luo X.G. The effect of dietary supplementation with copper sulfate or tribasic copper chloride on broiler performance, relative copper bioavailability, and dietary prooxidant activity. *Poult. Sci.*, 1998. 77(3):25–416.
15. Veum T.L., Carlson M.S., Wu C.W., Bollinger D.W., Eilersieck M.R. Copper proteinate in weanling pig diets for enhancing growth performance and reducing fecal copper excretion compared with copper sulfate. *J. Anim. Sci.*, 2004. 82(4):70–1062.