

## ВЛИЯНИЕ ХОЛИНА БИТАРТРАТА НА МИКРОБИОТУ КИШЕЧНИКА ПОРОСЯТ

Н.В. Белова, К.С. Остренко\*, Е.М. Колоскова

*Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста»  
249013, Российская Федерация, Калужская обл., Боровск, п. Институт*

Окислительный стресс (ОС) при воспалительных процессах влияет на микробиоту кишечника. Холин может действовать как донор метила для снижения уровня глутатиона в мозге, блокируя развитие ОС и препятствуя развитию воспалительных процессов, что является профилактикой нарушения дисбиотических состояний. Цель исследования — изучить влияние холина битартрата (ХБ) на микробиоту толстого кишечника свиней в период интенсивного роста. ХБ в составе основного рациона влиял на качественный и количественный состав микробиоты: увеличивалась доля нормофлоры, уменьшалась доля и представительство патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. ХБ способствовал работе микроорганизмов, выделяющих метаболиты с высокой нейромедиаторной активностью, росту доли филумов продуцентов лактата — активатора кишечных макрофагов.

**Ключевые слова:** микробиота, окислительный стресс, холин битартрат, поросята, дисбактериоз  
**Конфликт интересов:** авторы заявили об отсутствии конфликта интересов.

**Финансирование:** работа выполнена в рамках государственного задания № 124020200032-4.

**Для цитирования:** Белова Н.В., Остренко К.С., Колоскова Е.М. Влияние холина битартрата на микробиоту кишечника поросят. *Биомедицина*. 2025;21(4):44–48. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-4-44-48>

Поступила 01.04.2025

Принята после доработки 10.09.2025

Опубликована 10.12.2025

## EFFECT OF CHOLINE BITARTRATE ON THE INTESTINAL MICROBIOTA OF PIGLETS

Nadezhda V. Belova, Konstantin S. Ostrenko\*, Elena M. Koloskova

*All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition — Branch of the Federal Scientific Centre of Animal Husbandry — All-Russian Institute of Animal Husbandry  
named after Acad. L.K. Ernst  
249013, Russian Federation, Kaluga Region, Borovsk, Institute Village*

Oxidative stress (OS) associated with inflammatory processes affects the intestinal microbiota. Choline can act as a methyl donor and reduce the level of glutathione in the brain, inhibiting the development of OS and inflammatory processes. In turn, this contributes to prevention of dysbiotic disorders. In this work, we study the effect of choline bitartrate (CB) on the microbiota of the large intestine of pigs during the period of intensive growth. CB introduced as part of the main diet was found to affect the qualitative and quantitative composition of the microbiota. Thus, the proportion of normoflora increased, while the proportion and representation of pathogenic and opportunistic microorganisms decreased. CB contributed to the work of microorganisms secreting metabolites with high neurotransmitter activity and led to an increase in the proportion of phylum producers of lactate, an activator of intestinal macrophages.

**Keywords:** microbiome, oxidative stress, choline bitartrate, piglets, dysbiosis

**Conflict of interest:** the authors declare no conflict of interest.

**Funding:** the work was performed within the framework of the state assignment No. 124020200032-4.

**For citation:** Belova N.V., Ostrenko K.S., Koloskova E.M. Effect of Choline Bitartrate on the Gut Microbiota of Piglets. *Journal Biomed.* 2025;21(4):44–48. <https://doi.org/10.33647/2074-5982-21-4-44-48>

Submitted 01.04.2025

Revised 10.09.2025

Published 10.12.2025

## Введение

Микробиоту кишечника можно рассматривать как реальный орган тела организма-хозяина: микроорганизмы (МО) желудочно-кишечного тракта (ЖКТ) влияют на преобразование питательных веществ, снабжение витаминами, созревание иммунитета слизистой оболочки, связь между кишечником и мозгом и даже прогрессирование опухоли. Правильная функция микробиоты зависит от ее стабильного состава, который, в случае микробиоты человека, состоит из бактерий типов *Bacteroidetes*, *Firmicutes*, *Actinobacteria* и, в меньшей степени, *Proteobacteria* [10]. Изменение соотношений этих типов или расширение других групп бактерий приводят к дисбактериозу. С дисбактериозом кишечника и развитием окислительного стресса (ОС) тесно связаны субклинические формы все большего числа заболеваний. Дисбактериоз характерен для воспалительных заболеваний кишечника, метаболических нарушений, аутоиммунных заболеваний, неврологических расстройств, связанных с ОС [8]. Микроорганизмы (МО) метаболизируют молекулы, полученные из пищи и организма хозяина, генерируя метаболиты с локальными и системными эффектами. Двусторонняя связь между мозгом и микробиотой, ось «кишечник–мозг», состоит из сети иммунологических, нейронных и эндокринных сигнальных путей [9].

ОС, возникающий при воспалениях, является фактором, усиливающим дисбактериоз: снижается разнообразие МО, растет доля ряда условно-патогенных и па-

тогенных бактерий. Инфильтрация лейкоцитов — отличительная черта воспаления кишечника, сопровождаемая образованием активных форм кислорода (АФК) и азота. В результате ОС оказывает выраженное антимикробное действие, направленное на анаэробные бактерии, восприимчивые к кислородной интоксикации. В начале воспаления количество МО резко падает, что приводит в некоторых моделях к истощению микробиоты до 80% [6]. Представленные в микробиоте кишечника сульфатредуцирующие бактерии производят сероводород и тиосульфат, в присутствии АФК окисляющиеся до тетраэтиона. Повышение уровня тетраэтиона способствует росту ряда энтеробактерий, включая *Salmonella* и *Citrobacter*, использующих его в качестве акцептора дыхательных электронов, что способствует дисбактериозу [9].

Холин является основным компонентом мембран клеток и органелл и играет жизненно важную роль во многих физиологических процессах, включая передачу сигнала, метилирование ДНК и гистонов и миелинизацию нервов [5]. Холин — предшественник таких метаболитов, как нейромедиатор ацетилхолин, мембранные фосфолипиды фосфатидилхолин и сфингомиelin, а также донор метильной группы [1]. Холин может проходить через гематоэнцефалический барьер, но повторное метилирование происходит в основном в печени [4]. Предположительно, холин может действовать как донор метила для снижения уровня глутатиона в мозге, таким образом блоки-

руя развитие ОС и препятствуя развитию воспалительных процессов [2], что будет являться профилактикой нарушения дисбиотических состояний [3].

**Цель работы** — изучить влияние холина битартрата (ХБ) на состояние микробиома толстого кишечника (ТК) свиней в период интенсивного роста.

## Материалы и методы

Исследования проведены в лаборатории иммунобиотехнологии и микробиологии ВНИИФБиП животных — филиале ВИЖ им. Л.К. Эрнста.

**Животные:** поросят на дорастивании в возрасте 45 сут.

**Схема эксперимента:** животные содержались на основном рационе (СК4), свиньям опытной группы дополнительно вводили ХБ (“Tayga (Shanghai) Co., Ltd”, Китай) в количестве 560 мг/гол./сут (суточная доза для взрослого человека, по данным ВОЗ). Продолжительность эксперимента — 30 сут.

**Выделение ДНК из фекальных образцов** производили с набором «Экспресс-ДНК-Био» («АлкорБИО», Россия). В пробирки со стерильной транспортной средой вносили 0,1 г фекалий, взятых мазком из прямой кишки. Фекалии ресуспендировали, центрифугировали при 13000 об/мин в течение 30 сек. Выделяли ДНК из 100 мкл супернатанта согласно инструкции набора «Экспресс-ДНК-Био».

**Анализ фекальных образцов** проводили с помощью набора реагентов КОЛОНОФЛОР-16 (премиум) («Альфа-лаб», Россия). РВ-ПЦР проводили на приборе ДТлайт («ДНК-Технология», Россия) согласно инструкции в следующем режиме: 1) 94°C — 15 мин, 2) 50 циклов: 94°C — 10 сек, 58°C — 10 сек, 72°C — 10 сек; 3) 10°C — хранение.

**Анализ и интерпретация результатов:** программа для обработки результатов

Kolonoflor 2.1.7.2. с референсными значениями, прилагаемая к набору. Полученный цифровой материал обрабатывали методом вариационной статистики с использованием критерия Тьюки и программы Microsoft Excel.

## Результаты и их обсуждение

У поросят в ранний период жизни (1,5 мес.) происходит активный рост и развитие органов и тканей, окончательное формирование микробиоты. В результате исследования кишечной микробиоты через 1 мес. после начала опыта установлено выраженное влияние ХБ на ее состав (табл.). У поросят опытной группы повысилось общее микробное число, количество определяемых МО нормофлоры, снизилось количество патогенов, например *Acinetobacter* spp., которые при определенных условиях приобретают выраженные вирулентные свойства. Основные детектируемые набором КОЛОНОФЛОР-16 (премиум) (33 показателя) виды патогенных МО (*Clostridium difficile*, *Clostridium perfringens*, *E. coli enteropathogenic*, *Fusobacterium nucleatum*, *Staphylococcus aureus*, *Streptococcus* spp., *Klebsiella oxytoca*, *Klebsiella pneumonia*, *Parvimonas micra*, *Proteus vulgaris/mirabilis*), условно-патогенных (*Enterobacter* spp., *Enterococcus* spp., *Citrobacter* spp., *Methanobrevibacter smithii*, *Methanosphaera stadtmanae*) отсутствовали в содержимом кала животных обеих групп. Не найдены и некоторые представители нормофлоры — *Akkermansia muciniphila*, *Bacteroides thetaiotaomicron*, *Blautia* spp., *Ruminococcus* spp.

На фоне применения ХБ достоверно повысился уровень нормофлоры: выросло содержание *Faecali bacterium prausnitzii* — грамположительных анаэробных бактерий, составляющих в норме около 5% от всего числа бактерий ТК свиней, одного из основных продуцентов масляной кислоты (бутиратов), энергетического

Таблица. Состав микрофлоры толстого кишечника подопытных поросят ( $M \pm m$ ,  $n=6$ )  
Table. Composition of intestinal microflora in experimental piglets ( $M \pm m$ ,  $n=6$ )

Показатели		Результаты (копий/мл)	
Тип микрофлоры	Общая бактериальная масса	Контроль	Опыт-ХБ
		$4 \times 10^{10}$	$8 \times 10^{10}$
Нормофлора	<i>Bacteroides</i> spp.	$4 \times 10^7$	$4 \times 10^{10**}$
	<i>Bifidobacterium</i> spp.	$6 \times 10^7$	$2 \times 10^8$
	<i>Eubacterium rectale</i>	$4 \times 10^2$	$1 \times 10^{4**}$
	<i>Faecali bacterium prausnitzii</i>	$4 \times 10^6$	$9 \times 10^7$
	<i>Lactobacillus</i> spp.	$4 \times 10^6$	$3 \times 10^{8**}$
	<i>Roseburia inulinivorans</i>	$2 \times 10^6$	$1 \times 10^7$
	<i>Bacteroides</i> spp.	$4 \times 10^7$	$4 \times 10^{10**}$
Условно-патогенная	<i>Escherichia coli</i>	$2 \times 10^8$	$4 \times 10^7$
	<i>Prevotella</i> spp.	$2 \times 10^3$	—
	<i>Acinetobacter</i> spp.	$3 \times 10^7$	$6 \times 10^{4**}$
Патогенная	<i>Candida</i> spp.	$2 \times 10^3$	—
	<i>Salmonella</i> spp.	$3 \times 10^2$	—
	<i>Shigella</i> spp.	$2 \times 10^2$	—

Примечание: \*\* —  $p < 0,05$  относительно результатов контрольной группы.  
Note: \*\* —  $p < 0.05$  relative to the control.

материала для эпителиоцитов. Масляная кислота поддерживает кишечный гомеостаз, контролирует нормальное развитие клеток, предотвращает ряд заболеваний кишечника, является основным тормозным медиатором. Другой анаэроб — *Eubacterium rectale* — разлагает растительные полисахариды, продуцирует масляную и молочную кислоты. Лактаты стимулируют кишечные макрофаги через рецептор GPR31, что позволяет макрофагам делать выступающими трансэпителиальные дендриты и эффективно поглощать патогенные бактерии в кишечнике. Тем самым лактат способствует активации иммунной системы, быстрой реакции на патогенные бакте-

рии и обеспечивает повышенную устойчивость к инфекциям [7].

### Закключение

Применение холина битартрата в качестве кормовой добавки к основному рациону влияет на качественный и количественный состав микробиоты толстого кишечника поросят, обеспечивая увеличение содержания нормофлоры и сокращение патогенных и условно-патогенных микроорганизмов. Под действием ХБ активизируются МО, выделяющие метаболиты с высокой нейромедиаторной активностью, растет доля филоумов — продуцентов лактата, способствующего иммунопротекторному действию.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ | REFERENCES

- Каркищенко В.Н., Фокин Ю.В., Люблинский С.Л., Помыткин И.А., Алимкина О.В., Таболякова Л.А., Капцов А.В., Борисова М.М., Каркищенко Н.Н. Центральные механизмы липосомированных форм ацетилхолина и инсулина посредством анализа когнитивных, психоэмоциональных и поведенческих параметров крыс. *Биомедицина*. 2022;18(1):32–55. [Karkischenko V.N., Fokin Yu.V., Lyublinsky S.L., Pomytkin I.A., Alimkina O.V., Taboyakova L.A., Kaptsov A.V., Borisova M.M., Karkischenko N.N. Central'nye mekhanizmy liposomirovannyh form acetilholina i insulina posredstvom analiza kognitivnyh, psihoemocional'nyh i povedencheskih parametrov krys [The central mechanisms of liposomated forms of acetylcholine and insulin through the analysis of cognitive, psycho-emotional and behavioral parameters of rats]. *Biomeditsina [Journal Biomed]*. 2022;18(1):32–55. (In Russian)].
- Каркищенко Н.Н., Фокин Ю.В., Люблинский С.Л. Фармакологическая регуляция когнитивных

- функций и интрацентральных отношений липосомированными ацетилхолином и инсулином. *Экспериментальная и клиническая фармакология*. 2023;86(11S):70. [Karkischenko N.N., Fokin Yu.V., Lyublinsky S.L. Farmakologicheskaya regulyaciya kognitivnyh funkcej i intracental'nyh otnoshenij liposomirovannymi acetilholinom i insulinom [Pharmacological regulation of cognitive functions and intracental relations by liposomated acetylcholine and insulin]. *Experimental and Clinical Pharmacology*. 2023;86(11S):70 (In Russian)]. DOI: 10.30906/ekf-2023-86s-70.
3. Arce-Cordero J.A., Fan P., Monteiro H.F., Dai X., Jeong K.C., Faciola A.P. Effects of choline chloride on the ruminal microbiome at 2 dietary neutral detergent fiber concentrations in continuous culture. *J. Dairy Sci.* 2022;105(5):4128–4143. DOI: 10.3168/jds.2021-21591.
  4. Blusztajn J.K., Slack B.E., Mellott T.J. Neuroprotective Actions of Dietary Choline. *Nutrients*. 2017;28(9(8)):815. DOI: 10.3390/nu9080815.
  5. Kansakar U., Trimarco V., Mone P., Varzideh F., Lombardi A., Santulli G. Choline supplements: An update. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023;14:1148166. DOI: 10.3389/fendo.2023.1148166.
  6. Lupp C., Robertson M.L., Wickham M.E., Sekirov I., Champion O.L., Gaynor E.C., Finlay B.B. Host-mediated inflammation disrupts the intestinal microbiota and promotes the overgrowth of Enterobacteriaceae. *Cell Host Microbe*. 2007;16;2(2):119–129. DOI: 10.1016/j.chom.2007.06.010.
  7. Morita N., Umemoto E., Fujita S., et al. GPR31-dependent dendrite protrusion of intestinal CX3CR1+ cells by bacterial metabolites. *Nature*. 2019;566:110–114. DOI: 10.1038/s41586-019-0884-1.
  8. Rakoff-Nahoum S., Foster K.R., Comstock L.E. The evolution of cooperation within the gut microbiota. *Nature*. 2016;533(7602):255–259. DOI: 10.1038/nature17626.
  9. Tomasello G., Mazzola M., Leone A., Sinagra E., Zummo G., Farina F., Damiani P., Cappello F., Gerges Geagea A., Jurjus A., BouAssi T., Messina M., Carini F. Nutrition, oxidative stress and intestinal dysbiosis: Influence of diet on gut microbiota in inflammatory bowel diseases. *Biomed. Pap. Med. Fac. Univ. Palacky Olomouc. Czech. Repub.* 2016;160(4):461–466. DOI: 10.5507/bp.2016.052.
  10. Walker A.W., Sanderson J.D., Churcher C., Parkes G.C., Hudspeth B.N., Rayment N., Brostoff J., Parkhill J., Dougan G., Petrovska L. High-throughput clone library analysis of the mucosa-associated microbiota reveals dysbiosis and differences between inflamed and non-inflamed regions of the intestine in inflammatory bowel disease. *BMC Microbiol.* 2011;11:7. DOI: 10.1186/1471-2180-11-7.

---

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ | INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

---

**Белова Надежда Викторовна\***, к.б.н., Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста»;  
e-mail: [navikbel@mail.ru](mailto:navikbel@mail.ru)

**Остренко Константин Сергеевич\***, д.б.н., Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста»;  
e-mail: [Ostrenkoks@gmail.com](mailto:Ostrenkoks@gmail.com)

**Колоскова Елена Михайловна**, к.б.н., Всероссийский научно-исследовательский институт физиологии, биохимии и питания животных — филиал ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр животноводства — ВИЖ им. акад. Л.К. Эрнста»;  
e-mail: [heleko3@yandex.ru](mailto:heleko3@yandex.ru)

**Nadezhda V. Belova\***, Cand. Sci. (Biol.), All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition — Branch of the Federal Scientific Centre of Animal Husbandry — All-Russian Institute of Animal Husbandry named after Acad. L.K. Ernst;  
e-mail: [navikbel@mail.ru](mailto:navikbel@mail.ru)

**Konstsntin S. Ostrenko\***, Dr. Sci. (Biol.), All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition — Branch of the Federal Scientific Centre of Animal Husbandry — All-Russian Institute of Animal Husbandry named after Acad. L.K. Ernst;  
e-mail: [Ostrenkoks@gmail.com](mailto:Ostrenkoks@gmail.com)

**Elena M. Koloskova**, Cand. Sci. (Biol.), All-Russian Research Institute of Physiology, Biochemistry and Animal Nutrition — Branch of the Federal Scientific Centre of Animal Husbandry — All-Russian Institute of Animal Husbandry named after Acad. L.K. Ernst;  
e-mail: [heleko3@yandex.ru](mailto:heleko3@yandex.ru)

---

\* Автор, ответственный за переписку / Corresponding author