

факторами ангиогенеза *ang*, *vegfa*. Отмечено снижение/исчезновение ряда связей и появление новых. На третьей и пятой нед. эксперимента наблюдали усиления взаимосвязей между генами до сильной ($r=0,74$) по сравнению с контрольной группой (синтез межклеточного вещества с формированием соединительнотканых септ). С седьмой по тринадцатую нед., когда морфологически выявили процесс трансформации фиброза печени в цирроз, определили связи умеренной силы. На тринадцатой и пятнадцатой нед. на фоне глубоких гистологических изменений печени произошло исчезновение взаимосвязей. При полной перестройке гистоархитектоники паренхимы органа вновь определили связи сильной и средней силы. Необходимо отметить, что ген *notch 2* менее активен к установлению взаимосвязей с факторами ангиогенеза.

Заключение. Полученные данные указывают на изменения взаимосвязей между уровнем экспрессии мРНК генов сигнального пути Notch и факторами ангиогенеза *ang*, *vegfa* при фиброгенезе печени. Полученные фундаментальные исследования создают предпосылки для разработки таргетных лекарственных средств.

Литература. 1. Elpek, G. O. *Angiogenesis and liver fibrosis* / G. O. Elpek // *World J. Hepatol.* – 2015. – Vol. 7 (3). – P. 377–91. <https://doi.org/10.4254/wjh.v7.i3.377>. 2. Garbuzenko, D. V. *Antiangiogenic therapy for portal hypertension in liver cirrhosis: Current progress and perspectives* / D. V. Garbuzenko, N. O. Arefyev, E. L. Kazachkov // *World J. Gastroenterol.* – 2018. – Vol. 24 (33). – P. 3738–3748. <https://doi.org/10.3748/wjg.v24.i33.3738>. 3. Alabi, R. O. *Intriguing Roles for Endothelial ADAM10/Notch Signaling in the Development of Organ-Specific Vascular Beds* / R. O. Alabi, G. Farber, C. P. Blobel // *Physiol Rev.* – 2018. – Vol. 98 (4). – P. 2025–2061. <https://doi.org/10.1152/physrev.00029.2017>. 4. *The endothelium as a driver of liver fibrosis and regeneration* / E. Lafoz [et al.] // *Cells.* – 2020. – Vol. 9 (4). – P. 929. <https://doi.org/10.3390/cells9040929>. 5. *Curcumol attenuates liver sinusoidal endothelial cell angiogenesis via regulating Glis-PROX1-HIF-1 α in liver fibrosis* / X. Yang [et al.] // *Cell Prolif.* – 2020. – Vol. 53 (3). – P. 12762. <https://doi.org/10.1111/cpr.12762>. 6. *The roles and mechanisms of Incras in liver fibrosis* / Z. He [et al.] // *Int. J. Mol. Sci.* – 2020. – Vol. 21 (4). – P. 1482. <https://doi.org/10.3390/ijms21041482>. 7. *Carvedilol may attenuate liver cirrhosis by inhibiting angiogenesis through the VEGF-Src-ERK signaling pathway* / Q. Ding [et al.] // *World J. Gastroenterol.* – 2015. – Vol. 21 (32). – P. 9566–76. <https://doi.org/10.3748/wjg.v21.i32.9566>. 8. *Epac1 inhibition ameliorates pathological angiogenesis through coordinated activation of Notch and suppression of VEGF signaling* / H. Liu [et al.] // *Sci Adv.* – 2020. – Vol. 6 (1). – P. eaay3566. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay3566>. 9. *Emerging roles of Notch signaling in liver disease* / F. Geisler, M. Strazzabosco // *Hepatology.* – 2015. – Vol. 61 (1). – P. 382–392. <https://doi.org/10.1002/hep.27268>. 10. *Notch Signaling in Vascular Endothelial Cells, Angiogenesis, and Tumor Progression: An Update and Prospective* / A. Akil [et al.] // *Cell Dev Biol.* – 2021. – Vol. 9. – P. 642352. <https://doi.org/10.3389/fcell.2021.642352>. 11. *Blockade of Notch signaling promotes acetaminophen-induced liver injury* / L. Jiang [et al.] // *Immunol. Res.* – 2017. – Vol. 65 (3). – P. 739–749. doi: 10.1007/s12026-017-8913-3. 12. *The Roles of Notch Signaling in Liver Development and Disease* / J. M. Adams, H. Jafar-Nejad // *Biomolecules.* – 2019. – Vol. 9 (10). – P. 608. <https://doi.org/10.3390/biom9100608>. 13. *An engineered tetra-valent antibody fully activates the Tie2 receptor with comparable potency to its natural ligand angiopoietin-1* / Y. Koya [et al.] // *Sci Rep.* – 2021. – Vol. 11 (1). – P. 14021. <https://doi.org/10.1038/s41598-021-93660-4>. 14. *Flk-1/KDR mediates ethanol-stimulated endothelial cell Notch signaling and angiogenic activity* / D. Morrow [et al.] // *J. Vasc. Res.* – 2014. – Vol. 51 (4). – P. 315–24. <https://doi.org/10.1159/000367807>. 15. *Endothelial Notch activation reshapes the angiocrine of sinusoidal endothelia to aggravate liver fibrosis and blunt regeneration in mice* / J. L. Duan [et al.] // *Hepatology.* – 2018. – Vol. 68(2). – P. 677–690. <https://doi.org/10.1002/hep.29834>. 16. *VEGF (Vascular Endothelial Growth Factor) and fibrotic lung disease* / S. L. Barratt, V. A. Flower, J. D. Pauling, A. B. Millar // *Int. J. Mol. Sci.* – 2018. – Vol. 19 (5). – P. 1269. <https://doi.org/10.3390/ijms19051269>. 17. Щастный, А. Т. Роль уровня мРНК генов сигнального пути Notch при индуцированном фиброгенезе печени крысы / А. Т. Щастный, Е. И. Лебедева, А. С. Бабенко // *Вестник ВГМУ.* – 2021. – Vol. 20 (2). – P. 25–37. <https://doi.org/10.22263/2312-4156.2021.2.25>. 18. *Prognostic value of Ishak fibrosis stage: findings from the hepatitis C antiviral long-term treatment against cirrhosis trial* / J. E. Everhart [et al.] // *Hepatology.* – 2010. – Vol. 51 (2). – P. 585–94. <https://doi.org/10.1002/hep.23315>. 19. Жижин, К. С. *Медицинская статистика: учебное пособие* / К. С. Жижин. – Ростов н/Д: Феникс, 2007. – 160 с.

Поступила в редакцию 01.03.2022.

УДК 636.2.082.35:612.12.015.348:577.112.386

СОСТАВ МИКРОФЛОРЫ РУБЦА У ТЕЛЯТ ПОД ВЛИЯНИЕМ АМИНОКИСЛОТ МЕТИОНИНА И ЦИСТИНА

Нищененко Н.П., Козий В.И., Шмаюн С.С., Порошинская О.А., Стовецкая Л.С., Емельяненко А.А.
Белоцерковский национальный аграрный университет, г. Белая Церковь, Украина

Известно, что микроорганизмы, заселяющие рубец жвачных животных, могут синтезировать достаточное количество микробного белка, который обеспечивает потребности организма в заменимых и незаменимых аминокислотах. Вместе с тем при оценке синтетических возможностей микроорганизмов рубца следует учитывать возраст животных, наличие в рационах как критических, так и лимитирующих аминокислот. Сегодня известно, что для молодняка крупного рогатого скота особенно часто не хватает серосодержащих аминокислот – метионина и цистина. Целью нашей работы было изучить изменения микрофлоры рубца у телят под влиянием аминокислот метионина и цистина. Было установлено, что активность и наличие в рубце телят определенного вида микрофлоры свидетельствует о нормальном течении

ферментативных процессов в организме. Дополнительное введение в рацион телят серосодержащих аминокислот метионина и цистина способствовало увеличению количества различных микроорганизмов, а также их ферментативной активности, в результате чего лучше усваивались питательные вещества рациона телят. **Ключевые слова:** аминокислоты, телята, микрофлора, рубец, метионин, цистин.

MICROFLORA CONTENT UNDER THE INFLUENCE OF AMINO ACIDS METHIONINE AND CYSTINE

Nischemenko N.P., Kozyi V.I., Shmajun S.S., Poroshinska O.A., Stovbetska L.S., Emelynenko A.A.
Bila Tserkva National Agrarian University, Bila Tserkva, Ukraine

*For a long time it was believed that rumen microorganisms in ruminants can synthesize enough number of microbial albumins, which provides an organism needs for nonessential and essential amino acids. Yet the limited quantity of amino acids, existent in the rations, was not considered. At the same time, when evaluating the synthetic capabilities of rumen microorganisms, one should take into account the age of the animals, the presence of both essential and nonessential amino acids in the diets. Today it is known that in young cattle, quite often there is not enough sulfur-containing amino acids - methionine and cystine. The aim of our work was to study changes in the rumen microflora in calves under the influence of the methionine and cystine supplementation. It was found that the activity and presence of a certain type of microflora in the rumen of calves indicates the normal course of enzymatic processes in their body. Additional enrolment of sulfur-containing amino acids methionine and cystine into the diet of calves contributed to an increase in the number of various microorganisms, as well as their enzymatic activity. As a secondary result, the nutrients of the calves diet were better absorbed as well. **Keywords:** amino acids, calves, microflora, rumen, methionine, cystine.*

Введение. Особенности обмена веществ у молодняка жвачных животных обуславливают необходимость более детального изучения потребности в питательных веществах и, в особенности, в различных аминокислотах. Практики и некоторые ученые считают, что микроорганизмы, которые заселяют рубец, могут в достаточном количестве синтезировать необходимое количество микробного белка для обеспечения потребности растущего организма в заменимых и незаменимых аминокислотах. Вместе с тем не всегда учитывалось содержание в рационах жвачных как критических, так лимитирующих аминокислот [1-4]. Из литературных сообщений известно, что в рационах активно растущего молодняка крупного рогатого скота чаще всего содержится недостаточное количество серосодержащих аминокислот метионина и цистина. Основной причиной недостатка в кормах вышеуказанных аминокислот есть дефицит в почвах некоторых зон такого важного элемента, как сера. Вместе с тем известно, что в состав многих белков входят такие содержащие серу аминокислоты, как метионин, цистин и цистеин [5-8].

Метионин – серосодержащая аминокислота, которая проявляет активность в процессах обмена веществ. Она стимулирует рост и развитие молодняка животных, принимает участие в синтезе тканевых белков, в большинстве случаев снижает гидролиз белковых веществ. С участием метионина синтезируется адреналин, холин, креатинин [9-11]. В составе метионина есть метильная группа (-CH₃), которая может переходить в ДНК-структуру, а также может быть универсальным источником метильных групп для нуклеиновых кислот. Очень важным для организма является участие метионина, цистина и витамина А в синтезе шерстного покрова у животных, а также они защищают печень от ожирения, принимают участие в синтезе глутатина, активно участвуют в регуляции обмена жиров [12], служат источником серы для организма [11, 13]. Необходимо отметить участие метионина в синтезе таких биологически активных веществ, как гормон роста и адренкортикотропный гормон [14, 15].

Цистеин входит в состав многих как заменимых, так незаменимых белков и, в частности, принимающих участие в образовании эпидермиса кожи, шерсти, рогов и копыт. Многие важные ферменты и ферментные системы в своем составе содержат значительное количество упомянутой аминокислоты. Важное свойство цистеина заключается в том, что он нейтрализует некоторые токсические вещества, а также защищает живой организм от радиации. В опытах было установлено, что цистин имеет свойства антиоксиданта, а вместе с витамином С и селеном его антиоксидантные свойства значительно возрастают [14, 15]. Высоко реактивная SH-группа, которая входит в состав цистеина в тканях легко осуществляет ферментативные окислительно-восстановительные реакции между цистеином и циститом [16]. Эта серосодержащая аминокислота имеет важные биологические свойства, которые заключаются в поддержке восстановленного состояния SH-группы многих биологических регуляторов, а также ферментов и, в частности, синтеза глутатиона [16].

В связи с этим основной целью нашего исследования было изучение влияния серосодержащих аминокислот метионина и цистина на качественный и количественный состав микроорганизмов, заселяющих рубец молодняка крупного рогатого скота, и синтетические свойства микрофлоры.

Материалы и методы исследований. Работа выполнена на кафедре нормальной и патологической физиологии животных. Опыты проводили на молодняке крупного рогатого скота возрастом 4–4,5 месяца. Эксперименты проводили на трех группах телят по шесть голов в каждой, украинской молочной черно-пестрой породы. Первая группа служила контрольной. Животным этой группы скармливали рацион, принятый в хозяйстве. Телятам второй и третьей групп дополнительно к основному рациону вводили метионин и цистин. Аминокислоты скармливали животным второй и тре-

твей групп соответственно в дозах 9 и 11 г/гол. О кратности скармливания и методах исследования мы сообщали ранее [17, 18].

Результаты исследований. Процессы, происходящие в преджелудках жвачных, имеют важное значение для животных. Хотя в них отсутствуют пищеварительные ферменты, однако имеется большое количество различной микрофлоры, которая играет ключевую роль в ферментативных процессах, происходящих в рубце. На количество и качество микроорганизмов рубца и их активность огромное влияние оказывает состав рациона животных [19, 20].

С целью исследования влияния серосодержащих аминокислот на внутреннюю среду рубца нами было изучено изменение количественного и качественного состава его микрофлоры и микрофауны. Полученные нами результаты исследований показали, что дополнительное включение в рацион телят аминокислот метионина и цистина имело положительное влияние на количественный и качественный состав микрофлоры рубца у телят (таблица 1).

Анализ полученных результатов свидетельствует о том, что введение в рацион телят метионина и цистина обеспечило достоверное увеличение количества бактерий и инфузорий в рубце подопытных животных по сравнению с контролем. В группе подопытных телят, которой дополнительно скармливали серосодержащие аминокислоты по 9 г/гол., на 20-е сутки эксперимента количество инфузорий увеличилось с $628,3 \pm 6,41$ до $719,2 \pm 12,74$ тыс./мл, а бактерий – с $9,5 \pm 0,51$ до $12,9 \pm 0,61$ млрд/мл, что на 14,1 ($p < 0,001$) и 25,4% ($p < 0,05$) больше, чем в контроле.

Таблица 1 – Изменения количественного и качественного состава микрофлоры рубца у телят ($M \pm m$, $n=6$)

Сутки опыта	Инфузории, тыс./мл	Энтодидноморфы мелкоресничные, %	Бактерии, млрд/мл
Контрольная группа			
1-е сутки	$625,8 \pm 8,11$	$78,6 \pm 0,88$	$8,8 \pm 0,49$
20-е сутки	$630,0 \pm 6,58$	$79,4 \pm 1,05$	$9,1 \pm 0,60$
40-е сутки	$635,8 \pm 7,46$	$81,9 \pm 1,05$	$9,5 \pm 0,58$
I подопытная группа			
1-е сутки	$628,3 \pm 6,41$	$77,6 \pm 0,93$	$9,5 \pm 0,51$
20-е сутки	$719,2 \pm 12,74^{***}$	$83,1 \pm 1,22^*$	$11,4 \pm 0,61^*$
40-е сутки	$834,2 \pm 13,38^{***}$	$85,3 \pm 0,59^*$	$12,9 \pm 0,61^{**}$
II подопытная группа			
1-е сутки	$630,8 \pm 7,46$	$78,5 \pm 0,94$	$8,8 \pm 0,54$
20-е сутки	$701,7 \pm 14,53^{**}$	$81,6 \pm 1,31$	$10,9 \pm 0,74$
40-е сутки	$743,3 \pm 14,06^{***}$	$84,1 \pm 0,81$	$11,8 \pm 0,82^*$

Примечания: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$, относительно контрольной группы.

На 40-е сутки исследования количество инфузорий составило $834,2 \pm 13,38$ тыс./мл, бактерий – $12,9 \pm 0,61$ млрд/мл, что соответственно на 31,2 ($p < 0,001$) и 34,8% ($p < 0,01$) выше показателей контрольной группы.

При сравнении показателей у животных, которые получали метионин и цистин в дозе 11 г/гол., установлено, что их динамика имела несколько другую тенденцию. В частности, на 20-е сутки эксперимента установлены достоверные изменения показателей инфузорий, количество которых увеличилось по сравнению с контролем на 11,3% (с $630,8 \pm 7,46$ до $701,7 \pm 14,53$ тыс./мл; $p < 0,01$). Количество бактерий в содержимом рубца имело лишь тенденцию к увеличению. На 40-е сутки опыта количество инфузорий у опытных животных составляло $743,3 \pm 14,06$ тыс./мл, (на 16,9% больше, чем у телят контрольной группы, $p < 0,001$), а бактерий – $11,8 \pm 0,82$ млрд/мл, или на 24,0% больше по сравнению с группой контроля, $p < 0,05$. Необходимо также отметить, что кроме увеличения численности простейших, изменилось количество мелкоресничных инфузорий. В частности, у телят первой подопытной группы, получавшей метионин и цистин в дозе 9 г/гол., на 20-е сутки опыта количество энтодидноморфов возросло с $77,6 \pm 0,93\%$ (от общего количества инфузорий) до $83,1 \pm 1,22\%$ ($p < 0,01$), а на 40-е сутки – до $85,3 \pm 0,59\%$ ($p < 0,01$).

В экспериментах Б.В. Тараканова [21] было установлено стимулирующее влияние метионина на рост микроорганизмов. В проведенных им опытах после скармливания аминокислот лизина и метионина в дозе по 2 г/гол численность бактерий возросла на 36,6%, инфузорий – на 45,5%. Кроме того, автором было установлено, что упомянутые выше аминокислоты стимулируют рост микроорганизмов в рубце и увеличивают за счет этого поступление в сычуг микробного белка, аминокислот и общих липидов.

Можно высказать предположение, что положительное влияние метионина и цистина на развитие микрофлоры рубца оказывает сера, которая входит в состав этих аминокислот. Как отмечает Н.З. Огородник [22], микроорганизмы имеют ферментные системы, которые могут использовать сульфид натрия. В свою очередь, сульфид натрия и его восстановленная сера могут использоваться для синтеза аминокислот. Но также необходимо отметить, что серосодержащие

аминокислоты зачастую бывают в дефиците при синтезе микробного белка и только при их достаточном наличии отмечается их активное использование микрофлорой [23].

Важным показателем увеличения активности синтетических процессов микрофлоры является изменение наличия в рубце различных метаболитов обмена белков и, в частности, фракций азота [24]. Проведенными нами исследованиями установлено, что введение в рацион молодняка скота серосодержащих аминокислот вызывает достоверное увеличение уровня общего, остаточного и белкового азота в рубце (таблица 2).

Скармливание телятам серосодержащих аминокислот метионина и цистина в дозе 9 г/гол. на 20-е сутки эксперимента вызвало достоверное увеличение содержания общего и белкового азота на 7% (с $141,9 \pm 2,80$ до $153,5 \pm 2,43$ мг%; $p < 0,05$) и 16,8% (с $102,1 \pm 2,30$ до $119,3 \pm 2,38$ мг%; $p < 0,01$) соответственно.

Таблица 2 – Содержание общего, остаточного и белкового азота в содержимом рубца телят ($M \pm m$, $n=6$)

Группа животных	Общий азот, мг/%	Остаточный азот, мг/%	Белковый азот, мг/%
1-е сутки опыта			
Контрольная	$141,9 \pm 2,80$	$40,6 \pm 1,02$	$101,3 \pm 2,88$
I подопытная	$143,5 \pm 2,77$	$41,4 \pm 0,93$	$102,1 \pm 2,30$
II подопытная	$143,7 \pm 2,08$	$41,2 \pm 1,11$	$102,45 \pm 2,39$
20-е сутки опыта			
Контрольная	$142,5 \pm 2,97$	$40,3 \pm 0,97$	$102, \pm 2,97$
I подопытная	$153,5 \pm 2,43^*$	$34,2 \pm 0,89^{***}$	$119,3 \pm 2,38^{**}$
II подопытная	$148,7 \pm 3,07$	$36,6 \pm 1,02^*$	$112,1 \pm 3,42^*$
40-е сутки опыта			
Контрольная	$138,1 \pm 2,86$	$38,6 \pm 1,01$	$99,5 \pm 2,70$
I подопытная	$153,2 \pm 2,27^{**}$	$32,7 \pm 0,81^{**}$	$120,5 \pm 1,55^{***}$
II подопытная	$149,8 \pm 3,16^*$	$34,4 \pm 1,04^*$	$115,5 \pm 3,78^{**}$

Примечания: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$, относительно контрольной группы.

При этом необходимо отметить, что уровень остаточного азота на 20-е сутки эксперимента уменьшился на 15,2% (с $41,4 \pm 0,93$ до $34,2 \pm 0,89$ мг%; $p < 0,001$).

На 40-е сутки эксперимента содержание общего и белкового азота было равно $153,2 \pm 2,27$ и $120,5 \pm 1,55$ мг/%, что, соответственно, на 10,8 ($p < 0,01$) и 21,0% ($p < 0,001$) выше, чем в контроле. Содержание остаточного азота уменьшилось на 15,4% ($p < 0,01$) и было равно $32,7 \pm 0,81$ мг%. Скармливание молодняку крупного рогатого скота серосодержащих аминокислот в дозе 11 г/гол вызвало достоверное увеличение содержания белкового азота на 20-е сутки опыта на 9,7% (с $102,4 \pm 2,39$ до $112,1 \pm 3,42$ мг%; $p < 0,05$) и уменьшение остаточного азота на 9,4% (с $41,2 \pm 1,11$ до $36,6 \pm 1,02$ мг%; $p < 0,05$).

Содержание общего азота на 40-е сутки составило $149,8 \pm 3,16$ мг%, а белкового – $115,5 \pm 3,78$ мг%, что достоверно больше по сравнению с контролем на 8,4% ($p < 0,05$) и 16,0% ($p < 0,01$), соответственно. Однако содержание остаточного азота уменьшилось по сравнению с контролем на 11,1% ($p < 0,05$, таблица 2).

Следует отметить, что азотсодержащие вещества в рубце жвачных представлены нерасщепленным протеином корма, а также конечными и промежуточными продуктами азотистого обмена, такими как аммиак, аминокислоты, пептиды. В конечном итоге, концентрация азотистых веществ в рубце во многом зависит и существенно колеблется в зависимости от состава рациона, физиологического состояния животного, активности микроорганизмов, заселяющих рубец и т. п. [25]. Известно также, что содержание азотистых веществ и аммиака в некоторой степени зависит от уровня небелкового азота в рационах [26-28]. Поэтому интенсивное повышение уровня белкового азота способствует увеличению уровня общего азота в рубце.

Таким образом, можно высказать предположение, что под влиянием серосодержащих аминокислот метионина и цистина, дополнительно введенных в рацион телят в указанных дозах, увеличивается количество микроорганизмов в рубце, возрастает активность их ферментных систем.

Заключение. 1. Проведенными исследованиями установлено, что дополнительное введение в рацион животных серосодержащих аминокислот метионина и цистина способствует увеличению качественных и количественных характеристик микрофлоры рубца.

2. Повышение активности микрофлоры приводит к увеличению концентрации белкового азота в рубце телят подопытных групп и способствует его дальнейшему усвоению.

- Литература.** 1. *The rumen microbiome: a crucial consideration when optimising milk and meat production and nitrogen utilisation efficiency* / C. Matthews [et al.] // *Gut Microbes*. – 2019. – № 10 (2). – P. 115-132. 2. *Age-Related Changes in the Rumen Microbiota and Their Relationship With Rumen Fermentation in Lambs* / X. Yin [et al.] // *Front Microbiol.* – 2021. – Sep 20. 3. *Ruminal microbiota-host interaction and its effect on nutrient metabolism* / K. Liu [et al.] // *Anim Nutr.* – 2021. – № 7 (1). – P. 49-55. 4. *Shifts in the rumen microbiota due to the type of carbohydrate and level of protein ingested by dairy cattle are associated with changes in rumen fermentation* / A. Belanche [et al.] // *J. Nutr.* – 2012. – № 142 (9). – P. 1684-1692. 5. *Effect of Methionine Supplementation on Rumen Microbiota, Fermentation, and Amino Acid Metabolism in In Vitro Cultures Containing Nitrate* / F.U. Hassan [et al.] // *Microorganisms*. – 2021. – Aug 12, № 9 (8). – P. 1717. 6. *Rumen metaproteomics: Closer to linking rumen microbial function to animal productivity traits* / T. O. Andersen [et al.] // *Methods*. – 2021. – № 186. – P. 42-51. 7. *Rumen Bacterial Community of Grazing Lactating Yaks Supplemented with Concentrate Feed and/or Rumen-Protected Lysine and Methionine* / H. Liu [et al.] // *Animals (Basel)*. – 2021. – Aug 18, № 11 (8). – P. 2425. 8. *Supply of Methionine During Late-Pregnancy Alters Fecal Microbiota and Metabolome in Neonatal Dairy Calves Without Changes in Daily Feed Intake* / A. Elolimy [et al.] // *Front Microbiol.* – 2019. – Sep. 19 (10). – P. 2159. 9. *Alberts, B. The molecular Biology of the Cell* / B. Alberts, D. Bray. – New-York, 1995. – P. 540. 10. *Civilek, V. N. Regulation of pancreatic B-cell mitochondrial metabolism: influence of Ca²⁺ substrate and ADP* / V. N. Civilek, J. T. Deeney // *Biochem. J.* – 1996. – Vol. 318, № 2. – P. 615-621. 11. *Giroux, L. Role of lysine, methionine and arginine in the regulation of hypercholesterolemia in rabbits* / L. Giroux, E. Kurowska, K. Carroll // *J. Biochem.* – 1999. – № 10. – P. 166-171. 12. *Hiroaki, O. Functions of sulfur-containing amino acids in lipid metabolism* / O. Hiroaki // *The Journal of Nutrition*. – 2006. – № 6. – P. 20-45. 13. *Kennedy, P. M. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review* / P. M. Kennedy, L. P. Milligan // *Canadian Journal of Animal Science*. – 1980. – Vol. 60. – P. 205-221. 14. *Wilson, J. D. Hormones and hormones action* / J. D. Wilson // *Harrison's Principles of internal medicine*. – New-York, 1994. – Vol. 1-2. – P. 1883-1889. 15. *Николаев, А. Я. Биологическая химия* / А. Я. Николаев. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2001. – С. 325. 16. *Stipanuk, H. Martha. Sulfur-containing amino acids* / Martha H. Stipanuk // *Division of Nutritional Sciences*. – New York, 1986. – P. 179-196. 17. *Нищенко, Н. П. Влияние комплексного применения метионина и цистина на аминокислотное содержание крови телят и их продуктивность* / Н. П. Нищенко, А. П. Штепенко // *Научно-технический бюллетень Института биологии животных*. – Львов, 2009. – № 3. – С. 37-41. 18. *Нищенко, Н. П. Влияние серусодержащих аминокислот на количественный и качественный состав микрофлоры рубца и ее ферментативную активность* / Н. П. Нищенко, А. П. Штепенко, О. В. Чуб // *Научный вестник НУБІПУ*. – 2010. – № 151, ч. 1. – С. 227-230. 19. *Dietary Supplementation With Creatine Pyruvate Alters Rumen Microbiota Protein Function in Heat-Stressed Beef Cattle* / Y. Li [et al.] // *Front Microbiol.* – 2021. – Aug 27. 20. *Lu, Z. Effects of Dietary-SCFA on Microbial Protein Synthesis and Urinal Urea-N Excretion Are Related to Microbiota Diversity in Rumen* / Z. Lu, H. Shen, Z. Shen // *Front Physiol.* – 2019. – Aug 22 (10). – P. 1079. 21. *Тараканов, Б. В. Влияние аминокислот на ферментативную активность микрофлоры рубца* / Б. В. Тараканов // *Зоотехния*. – 2003. – № 6. – С. 11-13. 22. *Огородник, Н. З. Влияние азотных, энергетических и минеральных соединений на рост и метаболическую активность микроорганизмов рубца телят : автореф. дис. ... канд. вет. наук : спец. 03.00.04 - Биохимия* / Н. З. Огородник. – Львов, 2002. – С. 2-12. 23. *Low-protein diets supplemented with methionine and lysine alter the gut microbiota composition and improve the immune status of growing lambs* / K. Gebeyew, C. Yang, Z. He, Z. Tan // *Appl. Microbiol. Biotechnol.* – 2021. – Nov.105 (21-22). – P. 8393-8410. 24. *Nutrient Digestibility, Microbial Fermentation, and Response in Bacterial Composition to Methionine Dipeptide: An In Vitro Study* / F. Kong [et al.] // *Biology (Basel)*. – 2022. – Jan 7, № 11 (1). – P. 93. 25. *Improved uterine immune mediators in Holstein cows supplemented with rumen-protected methionine and discovery of neutrophil extracellular traps (NET)* / S. L. Stella [et al.] // *Theriogenology*. – 2018. – Jul. 1, № 114. – P. 116-125. 26. *Курилов, Н. В. Использование протеина кормов животными* / Н. В. Курилов, А. Н. Кошаров. – Москва : Колос, 1979. – С. 37-115. 27. *Алиев, А. А. Достижения физиологии пищеварения сельскохозяйственных животных в XX веке* / А. А. Алиев // *Сельскохозяйственная биология*. – 2007. – № 2. – С. 12-27. 28. *Янович, В. Г. Биологические основы трансформации питательных веществ у жвачных животных* / В. Г. Янович, Л. И. Сологуб. – Львов, 2000. – 384 с.

Поступила в редакцию 25.02.2022.

УДК 696.2:612.11

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СЫВОРОТКИ КРОВИ В ОЦЕНКЕ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО И КЛИНИЧЕСКОГО СТАТУСА ПТИЦЫ

*Холод В.М., *Баран В.П., *Соболева Ю.Г., *Румянцева Н.В., **Котович И.В.

*УО «Витебская ордена «Знак Почета» государственная академия ветеринарной медицины», г. Витебск, Республика Беларусь

**УО «Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина», г. Мозырь, Республика Беларусь

Биохимические исследования у птицы в группах различного хозяйственного назначения и при патологии печени должны проводиться с учетом видовых особенностей метаболизма. Ключевые слова: биохимические исследования, патология печени, болезни, референтные значения, оценка результатов, птица.