

УДК 636.92.087.8:612.11(476.6)

ВЛИЯНИЕ МЕТАБИОТИКА НА ОСНОВЕ LACTOBACILLUS HELVETICUS НА БИОХИМИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ КРОВИ ЛАБОРАТОРНЫХ ЖИВОТНЫХ

Е. Ф. Обуховская, И. М. Лойко

УО «Гродненский государственный аграрный университет»
г. Гродно, Республика Беларусь (Республика беларусь 230008,
г. Гродно, ул. Терешковой, 28; e-mail: ggau@ggau.by)

Ключевые слова: метабиотик, *Lactobacillus helveticus*, кролики, кровь, биохимические показатели крови.

Аннотация. В статье отражен комплексный анализ эффективности метабиотика на основе *Lactobacillus helveticus* как инновационной альтернативы традиционным стимуляторам роста и антибиотикам у лабораторных животных. Метабиотик продемонстрировал ряд существенных преимуществ: стабильный состав, выраженное иммуномодулирующее и метаболическое действие, отсутствие токсичности и простоту применения. Наиболее значимые положительные эффекты выявлены по следующим параметрам: альбумин-глобулиновый коэффициент вырос на 24,3 %, концентрация фосфора повысилась на 27,2 %, а уровень холестерина снизился на 19,8 %. Отмечено значительное снижение маркера клеточного стресса – ЛДГ на 41,6 %. Полученные результаты подтверждают высокую биосовместимость и эффективность метабиотика на основе *Lactobacillus helveticus* для оптимизации обменных процессов и профилактики метаболических нарушений у животных.

INFLUENCE OF LACTOBACILLUS HELVETICUS BASED METABIOTICS ON BIOCHEMICAL BLOOD INDICATORS IN LABORATORY ANIMALS

Е. Ф. Obukhovskaya, I. M. Loyko

EI «Grodno state agrarian university»
Grodno, Republic of Belarus (Republic of Belarus, 230008, Grodno,
28 Tereshkova st.; e-mail: ggau@ggau.by)

Key words: *metabiotic, Lactobacillus helveticus, rabbits, blood, biochemical blood parameters.*

Summary. This article presents a comprehensive analysis of the efficacy of a metabiotic based on *Lactobacillus helveticus* as an innovative alternative to traditional growth stimulants and antibiotics in laboratory animals. The metabiotic demonstrated several significant advantages, including a stable composition, pronounced immunomodulatory and metabolic effects, absence of toxicity, and ease of use. The most notable positive effects were observed in the following parameters: the albumin-globulin ratio increased by 24,3 %, phosphorus concentration rose by 27,2 %, and cholesterol levels decreased by 19,8 %. A significant reduction in the cellular stress marker lactate dehydrogenase (LDH) by 41,6 % was also noted. The

results confirm the high biocompatibility and effectiveness of the Lactobacillus helveticus-based metabiotic for optimizing metabolic processes and preventing metabolic disorders in animals.

(Поступила в редакцию 16.06.2025 г.)

Введение. В настоящее время особое внимание в сельском хозяйстве уделяется поиску альтернатив антимикробным препаратам и стимуляторам роста на основе антибиотиков и гормонов. Одним из наиболее перспективных направлений современной биотехнологии является разработка и внедрение метабиотиков – комплексов биологически активных веществ, получаемых в результате метаболической активности пробиотических бактерий, в частности *Lactobacillus helveticus*.

Метабиотики отличаются от классических пробиотиков тем, что содержат не живые микроорганизмы, а их метаболиты: короткоцепочечные жирные кислоты, антимикробные пептиды, витамины, органические кислоты, полисахариды и другие молекулы, обладающие выраженной физиологической активностью, и имеют стабильный состав. Благодаря этому метабиотики могут оказывать системное воздействие на организм, модулируя обмен веществ, поддерживая иммунный баланс, способствуя нормализации микробиоты кишечника и снижая уровень хронического воспаления. Особый интерес представляет возможность использования метабиотиков в качестве кормовых добавок для сельскохозяйственных и лабораторных животных с целью повышения их устойчивости к стрессу, улучшения роста, продуктивности и общего физиологического статуса [1, 2].

Тем не менее, несмотря на растущий интерес к метабиотикам, их влияние на биохимические и гематологические параметры крови изучено недостаточно. Существующие исследования, как правило, фокусируются на отдельных аспектах иммуномодуляции или антиоксидантного действия [3, 4]. Тогда как комплексные данные по изменению ключевых показателей обмена веществ, минерального и белкового гомеостаза, ферментативной активности, а также состояния эритроцитарного и тромбоцитарного звена крови при использовании метабиотиков изучено мало. Особенно актуально это для препаратов на основе *Lactobacillus helveticus*, которые требуют научного обоснования их эффективности и безопасности для использования в сельском хозяйстве.

В условиях современных ветеринарных клиник и лабораторий становится возможным проведение комплексных исследований с использованием автоматизированных анализаторов, что позволяет получать объективные и воспроизводимые данные о влиянии новых кормовых добавок на организм животных. Такие исследования имеют не только теоретическое, но и практическое значение, поскольку позволяют повысить эффективность выращивания сельскохозяйственных животных.

В связи с этим изучение влияния метабиотика на основе лактобактерий на биохимические и гематологические показатели крови лабораторных животных является актуальной научной задачей, решение которой позволит расширить представления о механизмах действия метабиотиков и обосновать их применение в сельском хозяйстве.

Цель работы – оценить влияние кормовой добавки на основе метаболитов *Lactobacillus helveticus* на биохимические показатели крови кроликов.

Материал и методика исследований. Методика проведения исследования была организована с учетом современных требований к научным исследованиям и обеспечением корректного сравнения между опытной и контрольной группами животных.

В эксперименте использовали беспородных кроликов в возрасте 12 месяцев. Для минимизации индивидуальных различий и получения сопоставимых данных было сформировано две группы – контрольную и опытную, по 6 животных в каждой, с равным соотношением самцов и самок. Формирование групп осуществлялось по принципу аналогов, что обеспечивало однородность по основным физиологическим параметрам.

Животные содержались в индивидуальных клетках, что исключало влияние социальных факторов и обеспечивало точный контроль за потреблением исследуемой добавки. Эксперимент проводился в условиях клиники акушерства и терапии учреждения образования «Гродненский государственный аграрный университет» (УО «ГГАУ»), что гарантировало соблюдение стандартов ухода и мониторинга состояния животных.

Для оценки физиологического статуса подопытных животных в ходе эксперимента применяли комплексный подход, сочетающий клинический мониторинг и лабораторную диагностику. Ежедневное визуальное наблюдение за кроликами дополнялось анализом морфологических и биохимических параметров крови, что позволило объективно оценить влияние метабиотика на их организм.

Кормовая добавка представляет собой бесклеточную культуральную жидкость, полученную в результате ферментации *Lactobacillus helveticus* в специализированных питательных средах. В процессе культивирования данного микроорганизма происходит синтез комплекса биологически активных соединений, включая продукты метаболизма, пептиды, ферменты и фрагменты клеточных структур.

Животным опытной группы ежедневно утром, перед основным кормлением и поением, в пустую поилку вводили по 30 мл метабиотика. Контрольная группа получала эквивалентный объем плацебо по аналогичной схеме.

Для оценки влияния метабиотика на организм кроликов изучали биохимические параметры крови. Забор крови осуществляли на 19-й день эксперимента из краевой ушной вены с использованием одноразовых игл и вакуумных пробирок, что минимизировало стресс и обеспечивало стерильность процедуры. Полученные образцы анализировали стандартными автоматизированными методами в отраслевой научно-исследовательской лаборатории «АгроВет» УО «ГГАУ», что обеспечивало высокую точность и воспроизводимость результатов. Биохимические исследования крови выполняли на анализаторе DIALAB Autolyzer 2020 года выпуска.

Данные анализировали в программе Microsoft Excel с применением методов вариационной статистики. Результаты приведены в единицах Международной системы (СИ). Для каждого параметра вычисляли среднее арифметическое и стандартную ошибку средней.

Результаты исследований и их обсуждение. В ходе проведенного исследования была осуществлена комплексная оценка биохимических показателей крови кроликов в ответ на пероральное введение метабиотика, полученного на основе культуры *Lactobacillus helveticus*.

Одним из основных показателей физиологического состояния организма является уровень альбумина, который выполняет ряд критически важных функций, включая поддержание онкотического давления крови и транспортировку различных веществ. В опытной группе наблюдался незначительный, но стабильный рост концентрации альбумина ($44,55 \pm 3,45$ г/л) по сравнению с контролем ($43,8 \pm 3,23$ г/л). Этот факт свидетельствует о положительном влиянии метабиотика на синтетическую функцию печени, что может быть обусловлено стимулирующим действием бактериальных метаболитов на гепатоциты и улучшением общего метаболического статуса животных (таблица 1). При этом отмечается значительное увеличение (24,3 %) альбумин-глобулинового коэффициента (А/Г) в опытной группе ($3,43 \pm 1,01$) по сравнению с контролем ($2,76 \pm 2,51$), отражает смещение баланса белковых фракций в сторону альбумина. Поскольку глобулины включают иммуноглобулины и белки острой фазы воспаления, снижение их уровня может указывать на уменьшение хронического воспаления и улучшение иммунного гомеостаза. Таким образом, метабиотик, вероятно, оказывает иммуномодулирующее действие, способствуя нормализации белкового обмена.

Таблица 1 – Результаты биохимического исследования сыворотки крови кроликов

| Показатели | Группы | |
|-----------------------|---------------------|---------------------|
| | Контрольная | Опытная |
| Общий белок, г/л | $61,53 \pm 1,69$ | $61,38 \pm 1,64$ |
| Альбумин, г/л | $43,80 \pm 3,23$ | $44,55 \pm 3,45$ |
| Глобулины, г/л | $17,66 \pm 1,95$ | $16,83 \pm 3,08$ |
| А/Г отношение, ед. | $2,76 \pm 2,51$ | $3,43 \pm 1,01$ |
| Са, ммоль/л | $3,13 \pm 0,05$ | $3,18 \pm 0,07$ |
| Р, ммоль/л | $0,81 \pm 0,06$ | $1,03 \pm 0,17$ |
| Са/Р отношение, ед. | $3,97 \pm 0,29$ | $3,44 \pm 0,41$ |
| Железо, ммоль/л | $43,62 \pm 2,27$ | $34,88 \pm 2,71$ |
| ЛДГ, ед./л | $3915,0 \pm 120,44$ | $2287,5 \pm 301,50$ |
| Амилаза, ед./л | $153,60 \pm 7,30$ | $158,33 \pm 9,39$ |
| Глюкоза, ммоль/л | $2,89 \pm 0,18$ | $3,02 \pm 0,38$ |
| Холестерин, ммоль/л | $1,11 \pm 0,15$ | $0,89 \pm 0,12$ |
| АлАТ, ед./л | $88,12 \pm 21,33$ | $76,08 \pm 23,20$ |
| АсА, ед./л | $57,40 \pm 3,20$ | $112,08 \pm 48,02$ |
| Коэффициент Де-Ритиса | $0,94 \pm 0,26$ | $1,07 \pm 0,36$ |
| Билирубин, ммоль/л | $7,44 \pm 1,08$ | $9,02 \pm 2,51$ |
| ГГТ, ед./л | $17,27 \pm 3,72$ | $15,79 \pm 3,43$ |
| Магний, ммоль/л | $0,96 \pm 0,11$ | $0,85 \pm 0,04$ |
| Креатинин, мкмоль/л | $97,00 \pm 0,80$ | $82,64 \pm 11,22$ |
| Бил. прям, мкмоль/л | $2,50 \pm 0,31$ | $1,80 \pm 0,45$ |

Общий белок в крови оставался практически неизменным ($61,38 \pm 1,64$ г/л в опытной группе против $61,53 \pm 1,69$ г/л в контроле), что подтверждает отсутствие токсического или негативного воздействия метабиотика на белковый обмен и свидетельствует о сохранении стабильного метаболического баланса (таблица 1).

Минеральный обмен является ключевым компонентом физиологической гомеостазии, и его нарушение может привести к серьезным патологиям. В исследовании наблюдалось незначительное повышение концентрации кальция в крови опытных животных ($3,18 \pm 0,07$ ммоль/л) по сравнению с контролем ($3,13 \pm 0,05$ ммоль/л). Это может быть связано с улучшением абсорбции кальция в кишечнике, что подтверждается данными литературы о стимулирующем влиянии короткоцепочечных жирных кислот, продуцируемых лактобактериями, на кальциевый транспорт.

При этом концентрация фосфора в опытной группе была значительно выше ($1,03 \pm 0,17$ ммоль/л) по сравнению с контролем ($0,81 \pm 0,06$ ммоль/л). Разница составила 27,2 %. Такое повышение может свидетельствовать о стимулирующем влиянии метабиотика на транспорт и обмен фосфатов, что важно для поддержания энергетического обмена и костного метabolизма. Однако следует отметить, что дисбаланс между кальцием и фосфором требует дополнительного

внимания, т. к. нарушение соотношения этих элементов может привести к патологическим изменениям в костной ткани.

Концентрация магния в крови опытной группы была несколько снижена ($0,85 \pm 0,04$ ммоль/л) по сравнению с контролем ($0,96 \pm 0,11$ ммоль/л). Магний является важным кофактором множества ферментов и играет ключевую роль в энергетическом обмене и нервно-мышечной проводимости. Снижение уровня магния требует мониторинга при длительном применении метабиотика, поскольку может негативно сказаться на физиологическом состоянии животных.

Метабиотик оказал значимое влияние на липидный профиль, что отражается в снижении уровня холестерина в опытной группе на 19,8 % по сравнению с контролем. Снижение холестерина свидетельствует о гипохолестеринемическом эффекте, что потенциально полезно для профилактики атеросклероза и других сердечно-сосудистых заболеваний. Механизмы данного эффекта могут включать ингибирование синтеза холестерина в печени и повышение его выведения с желчью под воздействием бактериальных метаболитов.

Уровень глюкозы в крови оставался стабильным и находился в пределах физиологической нормы ($3,02 \pm 0,38$ ммоль/л у опытных животных против $2,89 \pm 0,18$ ммоль/л у контроля). Это указывает на отсутствие негативного влияния метабиотика на углеводный обмен и исключает риски развития гипогликемии или гипергликемии при его применении (таблица 1).

Ферментативные показатели крови отражают функциональное состояние тканей и органов. В частности, уровень лактатдегидрогеназы (ЛДГ) в опытной группе снизился на 41,6 % и составил $2287,5 \pm 301,5$ Ед/л. Снижение ЛДГ может свидетельствовать о снижении клеточного стресса и уменьшении повреждения тканей, что указывает на цитопротекторное действие метабиотика.

Активность амилазы была незначительно повышена в опытной группе ($158,33 \pm 9,39$ Ед/л) по сравнению с контролем ($153,60 \pm 7,30$ Ед/л), однако данное изменение не имеет клинической значимости и, вероятно, отражает физиологические колебания.

По данным биохимического анализа, концентрации глюкозы, α -амилазы, общего кальция, а также общего и процентного содержания альбумина демонстрировали изменения в пределах 3 % по сравнению с контрольной группой. Такие незначительные отклонения можно интерпретировать как отсутствие негативного влияния метабиотика на углеводно-энергетический обмен, панкреатическую активность, регуляцию кальциевого гомеостаза и синтетическую функцию печени. Более того, стабильность уровней альбумина может свидетельствовать о сохранении онкотического давления плазмы и нормальной транспортной

активности белковых систем. Это подтверждает биосовместимость и метаболическую безопасность тестируемой кормовой добавки при кратковременном введении.

Наиболее выраженные изменения зафиксированы в активности фермента AcAT – в опытной группе его значение составило $112,08 \pm 48,02$ Ед/л против $57,40 \pm 3,20$ Ед/л в контроле, что свидетельствует о 95 % росте. AcAT является клеточным ферментом, локализованным преимущественно в гепатоцитах, кардиомиоцитах и скелетной мускулатуре. Его повышение зачастую интерпретируется как биохимический маркер повреждения указанных тканей. В контексте введения метабиотика возможны несколько объяснений:

1. Гепатотропное воздействие – потенциальная нагрузка на печень вследствие метаболизма бактериальных метаболитов, особенно органических кислот или биологически активных пептидов.

2. Активация митохондриальных процессов – усиление энергообмена на фоне стимуляции клеточного дыхания, сопровождаемое вторичным выходом AcAT из клеток.

3. Механизм адаптивного ответа – временная перестройка белкового обмена в условиях поступления биологически активных метаболитов.

Следовательно, хотя повышение AcAT требует настороженности, оно не обязательно указывает на гепатотоксичность и должно интерпретироваться в комплексе с дополнительными маркерами (АлАТ, билирубин, щелочная фосфатаза), а также морфологическим анализом тканей печени.

Снижение концентрации железа в сыворотке крови до уровня $34,88 \pm 2,71$ ммоль/л по сравнению с $43,62 \pm 2,27$ ммоль/л в контрольной группе (на 20 %) может отражать два ключевых механизма:

1. Хелатирование ионов железа метаболитами бактерий – известно, что некоторые бактериальные соединения (включая лактат, пируват, производные фенольных кислот) способны формировать хелатные комплексы с двухвалентным железом, тем самым уменьшая его биодоступность.

2. Смещение микробного равновесия в кишечнике – положительное влияние метабиотика на состав микробиоты может сопровождаться усилением роста бактерий, конкурирующих за железо, что ведет к его усиленному потреблению на уровне слизистой ЖКТ.

Такая динамика требует контроля при длительном курсовом применении добавки, особенно у животных с риском железодефицита.

Небольшое снижение показателей гемоглобина и гематокрита, зафиксированное в опытной группе, не вышло за физиологические границы нормы и не свидетельствует о развитии анемии. Тем не менее оно

может коррелировать с ранее обозначенным снижением уровня железа, особенно если данное влияние подтвердится в условиях пролонгированного введения метабиотика. Дополнительно возможно участие бактериальных метаболитов в регуляции эритропоэза, что требует уточнения в последующих исследованиях.

Заключение. Проведенные исследования продемонстрировали, что применение метабиотика на основе *Lactobacillus helveticus* у кроликов обладает выраженным биологически активным эффектом, способствующим нормализации и поддержанию ключевых метаболических параметров. Отмечено положительное влияние препарата на белковый, липидный и минеральный обмены. Несмотря на некоторые отклонения отдельных показателей (АсАТ, железо, магний), отсутствуют признаки токсичности или патологических нарушений при кратковременном применении. Полученные данные указывают на высокий потенциал данного метабиотика как безопасного и эффективного средства для профилактики и коррекции метаболических дисфункций у сельскохозяйственных животных, обосновывая необходимость дальнейших углубленных исследований с целью оптимизации схем его применения и оценки долгосрочной безопасности.

ЛИТЕРАТУРА

1. The International Scientific Association of Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of postbiotics / S. Salminen [et al.] // Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology, 2021. – 18(9). – Р. 649-667.
2. Обуховская, Е. Ф. Сравнительный анализ пробиотиков и метабиотиков для применения в молочном скотоводстве / Е. Ф. Обуховская, И. М. Лойко // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVIII Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2025. – С. 80-82.
3. Postbiotics – a step beyond pre- and probiotics / J. Zolkiewicz [et al.] // Nutrients, 2020. – 12(8). – Р. 2189.
4. Михалюк, А. Н. Перспективы применения метабиотиков в животноводстве / А. Н. Михалюк, В. Ю. Овсеец // Современные технологии сельскохозяйственного производства: сборник научных статей по материалам XXVI Международной научно-практической конференции. – Гродно: ГГАУ, 2023. – [Вып.]: Зоотехния. Ветеринария. Технология хранения и переработки сельскохозяйственной продукции. – С. 277-279.