

Г.А. Свазлян ✉
В.С. Попов
Н.М. Наумов

Курский федеральный аграрный научный
центр, Курск, Россия

✉ manukyang@yandex.ru

Поступила в редакцию:
28.06.2023

Одобрена после рецензирования:
15.11.2023

Принята к публикации:
01.12.2023

Research article

DOI: 10.32634/0869-8155-2023-377-12-85-89

Gayane A. Svazlyan ✉
Victor S. Popov
Nikolai M. Naumov

Federal Agricultural Kursk Research Center,
Kursk, Russia

✉ manukyang@yandex.ru

Received by the editorial office:
28.06.2023

Accepted in revised:
15.11.2023

Accepted for publication:
01.12.2023

Научно-практические аспекты разработки кормовой добавки

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Актуальным подходом в решении проблем улучшения здоровья животных и повышения продуктивных показателей является разработка биологически активных добавок на основе микробных консорциумов пробиотических микроорганизмов, синтезирующих активные метаболиты, повышающих селективные преимущества полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта и ее биологическую активность в коррекции микробиоценоза и метаболизма.

Методы. Объектом исследований служила 5%-ная, 10%-ная, 15%-ная, 20%-ная и 25%-ная меласса сахарной свеклы. При культивировании в мелассе использовали пробиотические микроорганизмы *Clostridium thermocellulocitius*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* и *Bifidobacterium bifidum* штамм 1. Для посева на питательную среду использовали суточную культуру микроорганизмов, которую стандартизировали до 1×10^6 КОЕ/см³.

Результаты. Установлено, что количество пробиотических микроорганизмов, входящих в состав культуральной жидкости при культивировании *Clostridium thermocellulocitius*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* на 8-е сутки в 15%-ной питательной среде на основе мелассы, составляет $9,9 \times 10^6$ КОЕ/см³. В исследовании при культивировании *B. bifidum* установлено значительное повышение содержания гистидина в 1,13 раза, серина, лейцина + изолейцина, метионина в 5,5–7,0 раза и других незаменимых и условно заменимых аминокислот, что свидетельствует о значительной активности пробиотических микроорганизмов в питательной среде. Определена значительная активность комплекса микроорганизмов *Clostridium thermocellulocitius*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii*, установлено увеличение показателей аминокислот: лизина и глицина в 3,39 раза, лейцина + изолейцина в 1,3 раза, метеонина и валина в 2,36 раза, пролина в 7,5 раз.

Ключевые слова: питательная среда, меласса, пробиотики, культивирование, метаболиты, КОЕ

Для цитирования: Свазлян Г.А., Попов В.С., Наумов Н.М. Научно-практические аспекты разработки кормовой добавки. *Аграрная наука*. 2023; 377(12): 85–89. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-85-89>

© Свазлян Г.А., Попов В.С., Наумов Н.М.

Scientific and practical aspects of the development of feed additives

ABSTRACT

Relevance. An actual approach to solving the problems of improving animal health and increasing productive indicators is the development of biologically active additives based on microbial consortiums of probiotic microorganisms that synthesize active metabolites that increase the selective benefits of the beneficial microflora of the gastrointestinal tract and its biological activity in the correction of microbiocenosis and metabolism.

Methods. The object of research was 5%, 10%, 15%, 20%, 25% sugar beet molasses. When cultivating in molasses, probiotic microorganisms *Clostridium thermocellulocitius*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* and *Bifidobacterium bifidum* strain 1 were used. A daily culture of microorganisms was used for inoculation on a nutrient medium, which was standardized to 1×10^6 CFU/cm³.

Results. It has been established that the number of probiotic microorganisms that are part of the culture liquid during the cultivation of *Clostridium thermocellulocitius*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* on the eighth day in a 15% molasses-based nutrient medium is 9.9×10^6 CFU/cm³. In studies during the cultivation of *B. bifidum*, a significant increase in the content of Histidine by 1.13 times, serine, leucine + isoleucine, methionine by 5.5–7.0 times, and other non-essential and conditionally essential amino acids was found, which indicates a significant activity of probiotic microorganisms in nutrient medium. A significant activity of the complex of microorganisms *Clostridium thermocellulocitius*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* was determined, an increase in amino acids was found: lysine and glycine by 3.39 times, leucine + isoleucine by 1.3 times, meteonine and valine by 2.36 times, proline by 7.5 times.

Key words: nutrient medium, molasses, probiotics, cultivation, metabolites, CFU

For citation: Svazlyan G.A., Popov V.S., Naumov N.M. Scientific and practical aspects of the development of feed additives. *Agrarian science*. 2023; 377(12): 85–89 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2023-377-12-85-89>

© Svazlyan G.A., Popov V.S., Naumov N.M.

Введение/Introduction

Современный период развития промышленного животноводства характеризуется усилением негативных техногенных факторов, увеличением патофизиологических состояний животных, приводящих к проявлению вторичных иммунодефицитов, снижению генетического потенциала продуктивности. Важнейшим звеном для устранения этих причин является нормированное сбалансированное и полноценное кормление животных.

Организация научно обоснованного кормления и обеспечение животных всеми необходимыми элементами питания усложняются из-за неполного усвоения питательных веществ. Это может быть связано с нарушением микробиома кишечника, обмена веществ и других факторов окружающей среды, что приводит к снижению продуктивности в целом [1–3].

Для совершенствования системы кормления высокопродуктивных животных в условиях промышленного животноводства особое значение отводится функциональным кормовым добавкам с использованием пробиотических микроорганизмов и пребиотических соединений, повышающих селективные преимущества полезной микрофлоры желудочно-кишечного тракта и ее биологическую активность [4, 5].

Биологически активные добавки, содержащие живые пробиотические микроорганизмы, синтезирующие активные метаболиты в виде аминокислот и других биологически активных соединений, способствуют нормализации микробиома кишечника и коррекции обмена веществ [6–8].

Определяющим фактором эффективности метабиотических биологически активных добавок являются технологии их получения. Современный подход к разработке таких добавок предусматривает, во-первых, применение различных видов микроорганизмов нормофлоры кишечника (в определенных сочетаниях), во-вторых, культуральную среду для получения активных метаболитов, которая является основой добавки, должна выпускаться в форме, допускающей длительное хранение при обычной температуре, в-третьих, не терять своих свойств при использовании [9].

Значительная часть полезной микрофлоры кишечника животных — бифидобактерии. *B. bifidum* в организме образуют из органических азотистых соединений некоторые незаменимые аминокислоты — аланин, валин, аспарагиновую кислоту, изолейцин, что имеет важное значение для нормального течения иммунных процессов и синтеза клеточных структур ДНК и РНК.

Положительная роль бифидобактерий в организме связана с их способностью дезактивировать токсичные продукты азотного обмена. Бифидобактерии не только стимулируют развитие гуморальной и клеточной защитных систем организма, но и непосредственно подавляют развитие в кишечнике многих видов патогенных бактерий. Установлены их антагонистические свойства по отношению к сальмонеллам, шигеллам, патогенным *E. coli*, клебсиеллам, протею, гноеродным коккам, стафилококкам, *Cl. perfringers*, а также холерным вибрионам [10, 11].

В настоящее время научным направлением развития средств коррекции метаболизма животных является применение в кормлении традиционных пробиотиков. Один из таких препаратов нового поколения, представляющий собой натуральный комплекс живых бактерий на основе культивированных штаммов целлюлозолитических бактерий рубца жвачных, расщепляющих клетчатку, — отечественная кормовая

добавка «Целлобактерин» (ООО «Биотроф», Россия). Широкий диапазон биологического действия данного препарата обусловлен тем, что он объединяет функции двух кормовых добавок — кормового фермента и пробиотика.

«Целлобактерин» представляет собой выделенные из рубца жвачных животных микроорганизмы *Clostridium thermocellulocitricus*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii*, обладающие целлюлозолитической и молочнокислой активностью. За счет целлюлозолитической активности «Целлобактерин» (подобно кормовым ферментам) разрушает некрахмальные полисахариды корма. Однако если в мультиэнзимных композициях каждая ферментная молекула работает в растворе по отдельности, то у бактерий взаимодополняющие ферменты собраны в специализированные блоки на мембранах, что позволяет им разрушать даже плотные структуры клеточных оболочек. «Целлобактерин» повышает усвояемость не только зерновых, но также подсолнечного шрота и отрубей, малодоступных для обычных кормовых ферментов, за счет молочнокислой активности. Он играет роль классического пробиотика, вытесняет условно-патогенную микрофлору [12].

Однако, несмотря на довольно широкое использование, пробиотические препараты, содержащие живые клетки, не всегда оказываются высокоэффективными, что связывают прежде всего с массовой гибелью бактерий при попадании в желудочно-кишечный тракт. Сохраняют жизнеспособность около 5% вводимых в состав пробиотика клеток [13, 14].

Новая концепция метабиотиков, важнейшей составляющей которой являются активные метаболиты, пробиотические культуры и их клеточные компоненты, в культуральной среде имеет огромный практический потенциал [15–17].

Следует отметить, что вопросам культивирования пробиотических бактерий посвящены многочисленные публикации и изобретения. В предлагаемых модельных исследованиях использованы, как правило, комплексные среды на основании соевого шрота, кукурузного экстракта с применением минеральных компонентов [18, 20].

Анализ литературных данных позволяет предположить, что в качестве исходного сырья для питательной среды перспективной является меласса свекловичная [19]. Эффективные среды для культивирования указанных бактерий могут быть изготовлены с применением питательных основ из достаточно широкого спектра субстратов растительного или иного происхождения. Основу, содержащую необходимые нутриенты, можно использовать в качестве универсального базового компонента при конструировании бактериологических сред различного назначения.

В настоящее время для повышения биологической активности микроорганизмов всё чаще используют дешевые питательные среды, на основе которых разрабатывают более совершенные технологии в целях значительного повышения продуктивности бактериальных культур [18, 20].

Таким образом, разработка питательной среды для культивирования пробиотических организмов, которая является основой биологически активной добавки, — важный этап проводимых исследований.

Цель исследований — изучение научно-практических аспектов культивирования пробиотических микроорганизмов в мелассе свекловичной для разработки кормовой добавки.

Материалы и методы исследования / Materials and methods

Исследования выполнены в лаборатории ветеринарной медицины и биотехнологии Курского федерального аграрного научного центра в 2020–2021 гг.

Объектом исследований служили пробиотические микроорганизмы в двух вариантах в виде комплекса микроорганизмов — *Clostridium thermocellulocitricus*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* и *Bifidobacterium bifidum* штамм 1, культивируемые в 5%-ной, 10%-ной, 15%-ной, 20%-ной и 25%-ной мелассе сахарной свеклы.

Для посева на питательную среду использовали суточную культуру микроорганизмов, которую стандартизировали до 1×10^6 КОЕ/см³. Культивирование проводили в течение 14 дней в термостате KBCG 100/250 (Premed, Польша) при температуре 37 ± 1 °C.

В культуральной жидкости методом последовательных разведений определяли численность КОЕ/см³. Идентификацию бифидобактерий и *Clostridium thermocellulocitricus*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* проводили микроскопическим методом (окраска мазка по Грамму) — микроскопы Levenhuk 740T microscope (Guangzhou Jinghua Optics & Electronics Co., Ltd., China) и Levenhuk M1400 PLUS digital camera (Guangzhou Jinghua Optics & Electronics Co., Ltd., China).

Для выделения бифидобактерий применяли *Bifidobacterium agar*, для выделения неспорообразующих факультативно-анаэробных бактерий использовали среду «Эндо» (ФБУН ГНЦ ПМБ, г. Оболенск, Россия).

Массовая доля протеиногенных аминокислот в экспериментальных пробиотических суспензиях (ЭПС) исследовалась методом капиллярного электрофореза по методикам в соответствии с ГОСТ Р 55569¹, сырого протеина (в г/кг) — по ГОСТ 32044.1².

Статистическую обработку показателей проводили с применением методики вариационной статистики для Microsoft Excel (США), оценку значимости различий средних арифметических — с использованием t-критерия Стьюдента (различия считали статистически значимыми при $p \leq 0,05$).

Результаты и обсуждение / Results and discussion

Меласса сахарной свеклы принята авторами за основу питательной среды за счет достаточного содержания углеводных компонентов, которые представлены в виде растворимых сахаридов — преимущественно сахарозы, а также небольшим количеством глюкозы, фруктозы и рафинозы, минеральных веществ (около 10% сырой золы) и небелковых азотных соединений.

При культивировании комплекса пробиотических микроорганизмов максимальное значение $9,5 \times 10^6$ КОЕ/см³ в 20%-ной и $8,5 \times 10^6$ КОЕ/см³ в 15%-ной мелассе достигается на вторые-третьи сутки — это связано с определенным видом микроорганизма и специфичностью метаболизма за счет легкоусвояемых углеводов. Повторное нарастание отмечалось на четвертые сутки ($1,3\text{--}3,0 \times 10^6$ КОЕ/см³) и достигало

максимума на восьмые сутки ($9,9 \times 10^6$ КОЕ/см³) при концентрации мелассы 15%.

Проведенные исследования позволяют отметить вариативность динамики колониеобразующих единиц (КОЕ 10^6) пробиотических микроорганизмов по отношению к питательной среде, которой являлась меласса в различной концентрации (рис. 1).

Установлено, что количество пробиотических микроорганизмов, входящих в состав культуральной жидкости на восьмые сутки в 5%-ной питательной среде на основе мелассы, составляет $9,9 \times 10,0^6$ КОЕ/см³.

Вариативность динамики колониеобразующих единиц (КОЕ 10^6) пробиотического микроорганизма *B. bifidum* по отношению к питательной среде, которой являлась меласса в различной концентрации, приведена на рисунке 2.

При культивировании на 5%-ной мелассе показатель КОЕ *Bifidobacterium bifidum* на вторые сутки достигал 7×10^6 КОЕ/см³. В других концентрациях максимальный показатель количества микроорганизмов приходился на третьи сутки и не превышал $6,6 \times 10,0^6$ КОЕ/см³. В данном случае низкая концентрация мелассы позволяет бифидобактериям более активно размножаться, расходуя легкоусвояемые углеводы в течение первых двух-трех суток. На пятые сутки численность снижается до минимальных значений во всех концентрациях мелассы и составляет $3\text{--}4 \times 10^6$ КОЕ/см³. С пятых-шестых суток отмечается повторный рост численности, что, возможно, связано с переходом бифидобактерий на питание более сложными сахарами. Так, на восьмые сутки максимальная численность микроорганизмов

Рис. 1. Вариативность динамики КОЕ комплекса микроорганизмов по отношению к концентрации мелассы

Fig. 1. Variability of the dynamics of the CFU complex of microorganisms in relation to the concentration of molasses

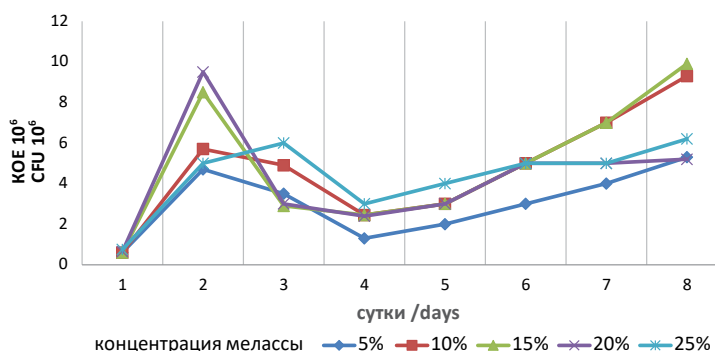
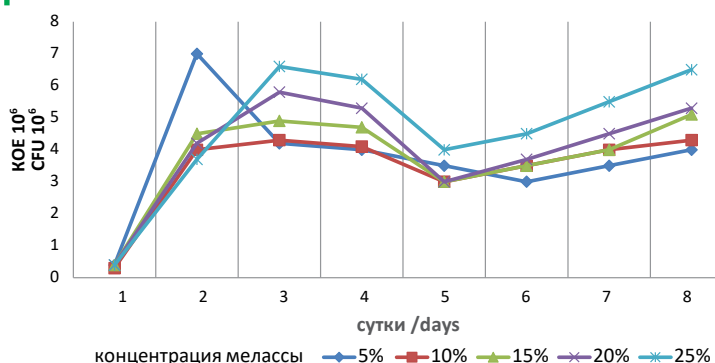


Рис. 2. Вариативность динамики КОЕ *B. bifidum* по отношению к концентрации мелассы

Fig. 2. Variability of *B. bifidum* CFU dynamics in relation to molasses concentration



¹ ГОСТ Р 55569-2013 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение протеиногенных аминокислот методом капиллярного электрофореза.
² ГОСТ 32044.1-2012 Корма, комбикорма, комбикормовое сырье. Определение массовой доли азота и вычисление массовой доли сырого протеина.

отмечалась в 25%-ной концентрации мелассы и составила $6,5 \times 10,0^6$ КОЕ/см³, а минимальная — в 5%-ной (4×10^6 КОЕ/см³).

Таким образом, максимальный показатель КОЕ *Bifidobacterium bifidum* в процессе культивирования в мелассе свекловичной достигается при концентрации 5%, а показатель КОЕ *Clostridium thermocellulocitcus*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* — при 15%, что служило основанием для дальнейшего исследования.

В культуральной жидкости 15-ной мелассы и комплекса микроорганизмов *Clostridium thermocellulocitcus*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* по отношению к контролю (15%-ной мелассе) установлено значительное превышение показателей по содержанию лизина и глицина в 3,39 раза, лейцина + изолейцина — в 1,3 раза, метионина и валина — в 2,36 раза, пролина — в 7,5 раза и других незаменимых и условно заменимых аминокислот, что свидетельствует о значительной активности комплекса пробиотических микроорганизмов в питательной среде из мелассы (табл. 1).

Вместе с тем отмечается тенденция снижения синтеза аргинина (на 5,65%), серина (на 43%) и гистидина (на 43%). При этом метаболическая активность *B. bifidum* в мелассе имеет аналогичную закономерность синтеза отдельных аминокислот.

Установлено значительное превышение содержания по гистидину (в 1,13 раза), серину, лейцину + изолейцину, метионину (в 5,5–7,0 раз) и другим незаменимым и условно заменимым аминокислотам, что свидетельствует о значительной активности пробиотических микроорганизмов в питательной среде мелассы. При этом на 42,62% отмечается снижения синтеза аргинина.

Следует предположить, что это связано с пребиотическими свойствами питательной среды из мелассы, в которой содержится необходимое количество аминов, азотосодержащих соединений и аминокислот.

Выводы/Conclusion

1. На основании проведенных исследований определена оптимальная концентрация мелассы свекловичной для получения максимального количества КОЕ культивируемых пробиотических микроорганизмов. При этом 5%-ная меласса является оптимальной для культивирования *Bifidobacterium bifidum*, а 15%-ная — *Clostridium*

Таблица 1. Показатели содержания протеиногенных аминокислот в культуральной жидкости относительно контрольной концентрации мелассы

Table 1. Indicators of the content of proteinogenic amino acids in the culture liquid relative to the control concentration of molasses

Протеиногенные аминокислоты, мг/л	Меласса 15% + <i>Clostridium thermocellulocitcus</i> , <i>Ruminococcus olbus</i> , <i>Clostridium lochheadii</i>	Меласса 5% + <i>B. bifidum</i>
Аргинин	-3,10 ± 1,14	-7,80 ± 0,16
Лизин	+4,44 ± 0,43*	+27,28 ± 1,02*
Тирозин	+24,08 ± 0,71*	+28,66 ± 0,11*
Фенилаланин	+13,87 ± 0,16*	+14,49 ± 0,12*
Гистидин	-10,50 ± 0,17	-0,70 ± 0,31
Лейцин + изолейцин	+13,20 ± 2,14	+75,20 ± 2,57*
Метионин	+8,60 ± 0,72*	+12,40 ± 0,61*
Валин	+14,40 ± 0,34*	+32,90 ± 0,47*
Пролин	+47,00 ± 0,19*	+81,50 ± 1,75*
Треонин	+111,30 ± 1,40*	+161,60 ± 1,72*
Серин	-6,20 ± 0,81	+21,70 ± 1,06*
Аланин	+65,80 ± 1,54*	+223,30 ± 1,61*
Глицин	+15,40 ± 0,80*	+31,20 ± 0,91*

Примечание: *достоверно при $p \leq 0,05$.

thermocellulocitcus, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii*.

2. Определена метаболическая активность комплекса микроорганизмов *Clostridium thermocellulocitcus*, *Ruminococcus olbus*, *Clostridium lochheadii* по протеиногенным аминокислотам, установлено увеличение показателей концентрации аминокислот: лизина и глицина — в 3,39 раза, лейцина + изолейцина — в 1,3 раза, метионина и валина — в 2,36 раза, пролина — в 7,5 раз (по сравнению с контролем).

3. В исследованиях при культивировании *B. bifidum* установлено значительное повышение концентрации гистидина (в 1,13 раза), серина, лейцина + изолейцина, метионина (в 5,5–7,0 раз) и других незаменимых и условно заменимых аминокислот, что свидетельствует о значительной активности пробиотических микроорганизмов в питательной среде мелассы.

Таким образом, результаты исследований характеризуют культуральную жидкость как суспензию, содержащую в качестве пребиотика мелассу свекловичную, комплекс пробиотических микроорганизмов и их метаболитов.

Все авторы несут ответственность за свою работу и представленные данные.

Все авторы внесли равный вклад в эту научную работу. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут равную ответственность за плагиат. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

All authors bear responsibility for the work and presented data.

All authors have made an equal contribution to this scientific work. The authors were equally involved in writing the manuscript and bear the equal responsibility for plagiarism. The authors declare no conflict of interest.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

- Волгин В., Бибикина А., Романенко Л. О реализации генетического потенциала племенных коров по молочной продуктивности путем использования факторов кормления. *Кормление сельскохозяйственных животных и кормопроизводство*. 2007; (6): 26–29. <https://elibrary.ru/serssj>
- Кононенко С.И. Актуальные проблемы организации кормления в современных условиях. *Научный журнал КубГАУ*. 2016; 115: 951–980. <https://elibrary.ru/vjlrhj>
- Миколайчик И.Н., Морозова Л.А., Морозов В.А. Коррекция продуктивного и биохимического профиля у высокопродуктивных коров с помощью энергетических добавок. *Вестник КрасГАУ*. 2019; (8): 103–110. <https://elibrary.ru/igtqml>
- Смирнова Ю.М., Платонов А.В. Влияние ферментативно-пробиотических препаратов на пищевое поведение и молочную продуктивность коров-первотелок. *Молочное и мясное скотоводство*. 2020; (5): 47–50. <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.70.45.009>
- Бондаренко В.М. Молекулярно-клеточные механизмы терапевтического действия пробиотических препаратов. *Фарматека*. 2010; (2): 26–32. <https://elibrary.ru/lkrekr>

REFERENCES

- Volgin V., Bibikova A., Romanenko L. On the implementation of the genetic potential of breeding cows for milk productivity through the use of feeding factors. *Feeding of Agricultural Animals and Feed Production*. 2007; (6): 26–29 (In Russian). <https://elibrary.ru/serssj>
- Kononenko S.I. Actual problems in organization of feeding in modern conditions. *Scientific Journal of KubSAU*. 2016; 115: 951–980 (In Russian). <https://elibrary.ru/vjlrhj>
- Mykolaychik I.N., Morozova L.A., Morozov V.A. Correction of productivity and biochemical profile of high yielding cows with the help of energy additives. *Bulletin of KrasGAU*. 2019; (8): 103–110 (In Russian). <https://elibrary.ru/igtqml>
- Smirnova Yu.M., Platonov A.V. Influence of enzymatic-probiotic drugs on food behavior and milk productivity of transport cows. *Dairy and Beef Cattle Farming*. 2020; (5): 47–50 (In Russian). <https://doi.org/10.33943/MMS.2020.70.45.009>
- Bondarenko V.M. Molecular Cellular Mechanisms of Therapeutic Action of Probiotic Drugs. *Farmateka*. 2010; (2): 26–32 (In Russian). <https://elibrary.ru/lkrekr>

6. Бондаренко В.М. Метаболические пробиотики: механизмы терапевтического эффекта при микробиологических нарушениях. *Consilium Medicum*. 2005; 7(6): 437–443. <https://elibrary.ru/rfyjnb>
7. Меликиди В.Х., Тюрин Д.Г., Селиванов Д.Г., Новикова Н.И. Метаболиты пробиотических бактерий отвечают за эффективность действия пробиотика «Профорт®». *Птицеводство*. 2019; (9–10): 45–47. <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2019-68-9-10-45-47>
8. Гринь С.А. и др. Получение и применение пробиотических препаратов в животноводстве. *Ветеринария и кормление*. 2019; (1): 10, 11. <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-1-3>
9. Чижая А.В., Дудикова Г.Н. Научный обзор: теоретические и практические аспекты конструирования пробиотических препаратов. *Научное обозрение. Биологические науки*. 2017; (2): 157–166. <https://elibrary.ru/ynwpmx>
10. Артюхова С.И., Зверева О.А. Изучение биотехнологических свойств штаммов *Bifidobacterium longum* для производства биологически активных добавок. *Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований*. 2014; (8–1): 132. <https://elibrary.ru/sfwcll>
11. Тармакова С.С., Цыбикова Л.А., Николаева Э.С. Антагонистическая активность бифидобактерий и фитобактериальных средств. *Вестник Бурятского государственного университета. Биология, география*. 2010; (4): 198–200. <https://elibrary.ru/nealnj>
12. Кислюк С., Новикова Н., Лаптев Г. Ферментативный пробиотик «Целлобактерин» — ответ на многие вопросы. *Аграрный эксперт*. 2008; (1): 26, 27. <https://elibrary.ru/epsqdp>
13. Магомедалиев И.М., Некрасов Р.В., Чабаяев М.Г., Джавахия В.В., Глаголева Е.В., Карташов М.И. Влияние пробиотического комплекса на продуктивные качества и обменные процессы у растущего откармливаемого молодняка свиней. *Аграрная наука*. 2020; (1): 22–26. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-334-1-22-26>
14. Несчислаев В.А., Мокин П.А., Федорова Т.В. К вопросу разработки высокоэффективных метаболитных пробиотиков. *Актуальные направления научных исследований: от теории к практике*. 2016; (2–1): 15–17. <https://elibrary.ru/vxjdpd>
15. Михалюк А. Пробиотики: назначение и перспективы использования. *Наше сельское хозяйство*. 2019; (16): 68–73. <https://elibrary.ru/quouqk>
16. Козлова О.В. Биотехнологические особенности взаимодействия стабилизаторов структуры и заквасок прямого внесения при производстве структурированных молочных продуктов. Монография. Кемерово: КемТИПП. 2016; 127. ISBN 978-5-89289-957-4
17. Ардаская М.Д., Столярова Л.Г., Архипова Е.В., Филимонова О.Ю. Метабиотики как естественное развитие пробиотической концепции. *Трудный пациент*. 2017; 15(6–7): 35–39. <https://elibrary.ru/zxpszn>
18. Несчислаев В.А., Арчакова Е.Г., Моховикова В.Б., Белова И.В. Разработка питательных сред для производства пробиотических препаратов. *Фундаментальные исследования*. 2007; (12–2): 349. <https://elibrary.ru/kwzuyn>
19. Егорова М.И. Свеклосахарная меласса — сырье для производства кормопродуктов. *Сахар*. 2010; (2): 18–22. <https://elibrary.ru/lmcaez>
20. Остроумов Л.А., Просяков А.Ю., Курбанова М.Г., Козлова О.В. Питательные среды для бифидобактерий. *Молочная промышленность*. 2010; (1): 20, 21. <https://elibrary.ru/kzmkhf>
6. Bondarenko V.M. Metabolic probiotics: mechanisms of therapeutic effect in microecological disorders. *Consilium Medicum*. 2005; 7(6): 437–443 (In Russian). <https://elibrary.ru/rfyjnb>
7. Melikidi V.H., Tyurina D.G., Selivanov D.G., Novikova N.I. Metabolites of probiotic bacteria are responsible for the effectiveness of probiotic "Profort®". *Ptitsvodstvo*. 2019; (9–10): 45–47 (In Russian). <https://doi.org/10.33845/0033-3239-2019-68-9-10-45-47>
8. Grin S.A. et al. The receipt and the application of probiotic preparations in animal husbandry. *Veterinaria i kormlenie*. 2019; (1): 10, 11 (In Russian). <https://doi.org/10.30917/ATT-VK-1814-9588-2019-1-3>
9. Chizhaeva A.V., Dudikova G.N. Scientific review: the theoretical and practical aspects of construction of probiotic preparations. *Scientific Review. Biological Sciences*. 2017; (2): 157–166 (In Russian). <https://elibrary.ru/ynwpmx>
10. Artyukhova S.I., Zvereva O.A. Study of the biotechnological properties of *Bifidobacterium longum* strains for the production of biologically active additives. *International Journal of Applied and Fundamental Research*. 2014; (8–1): 132 (In Russian). <https://elibrary.ru/sfwcll>
11. Tarmakova S.S., Tsybikova L.A., Nikolaeva E.S. Antagonistic activity of bifidus bacteria and phitobacterial drugs. *Buryat State University Bulletin. Biology, Geography*. 2010; (4): 198–200 (In Russian). <https://elibrary.ru/nealnj>
12. Kislyuk S., Novikova N., Laptev G. Enzymatic probiotic "Cellobacterin" — the answer to many questions. *Agrarny ekspert*. 2008; (1): 26, 27 (In Russian). <https://elibrary.ru/epsqdp>
13. Magomedaliyev I.M., Nekrasov R.V., Chabaev M.G., Dzhevakhia V.V., Glagoleva E.V., Kartashov M.I. Influence of probiotic complex on productive performance and metabolism in growing pigs. *Agrarian science*. 2020; (1): 22–26 (In Russian). <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2020-334-1-22-26>
14. Neschislyayev V.A., Mokin P.A., Fedorova T.V. On the development of highly effective metabolite probiotics. *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy: ot teorii k praktike*. 2016; (2–1): 15–17 (In Russian). <https://elibrary.ru/vxjdpd>
15. Mikhalyuk A. Probiotics: purpose and prospects for use. *Nashe sel'skoe khozyaystvo*. 2019; (16): 68–73 (In Russian). <https://elibrary.ru/quouqk>
16. Kozlova O.V. Biotechnological features of the interaction of structure stabilizers and direct ferments in the production of structured dairy products. Monograph. Kemerovo: Kemerovo Technological Institute of Food Industry. 2016; 127 (In Russian). ISBN 978-5-89289-957-4
17. Ardatskaya M.D., Stolyarova L.G., Arkhipova E.V., Filimonova O.Yu. Metabiotics as a natural development of a probiotic concept. *Difficult patient*. 2017; 15(6–7): 35–39 (In Russian). <https://elibrary.ru/zxpszn>
18. Neschislyayev V.A., Archakova E.G., Mokhovikova V.B., Belova I.V. Development of nutrient media for the production of probiotic preparations. *Fundamental research*. 2007; (12–2): 349 (In Russian). <https://elibrary.ru/kwzuyn>
19. Egorova M.I. Beet sugar molasses is a raw material for the production of feed products. *Sahar*. 2010; (2): 18–22 (In Russian). <https://elibrary.ru/lmcaez>
20. Ostroumov L.A., Prosekov A.Yu., Kurbanova M.G., Kozlova O.V. Nutritive media for bifidobacteria. *Dairy industry*. 2010; (1): 20, 21 (In Russian). <https://elibrary.ru/kzmkhf>

ОБ АВТОРАХ

Гаяне Агасовна Свазлян

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
manukyag@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9119-1217>

Виктор Сергеевич Попов

доктор ветеринарных наук, заведующий лабораторией
viktor.stugen@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3404-1591>

Николай Михайлович Наумов

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
naumovnm@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2149-4711>

Курский федеральный аграрный научный центр,
ул. Карла Маркса, 70Б, Курск, 305021, Россия

ABOUT THE AUTHORS

Gayane Agasovna Svazlyan

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
manukyag@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0001-9119-1217>

Victor Sergeevich Popov

Doctor of Veterinary Sciences, Head of Laboratory
viktor.stugen@yandex.ru
<https://orcid.org/0000-0003-3404-1591>

Nikolai Mikhailovich Naumov

Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher
naumovnm@rambler.ru
<https://orcid.org/0000-0002-2149-4711>

Federal Agricultural Kursk Research Center,
70B Karl Marx Str., Kursk, 305021, Russia