

Обзорная статья / *Review article*

УДК 591.133; 636.03

DOI: 10.31208/2618-7353-2022-20-51-64

**ЛАКТУЛОЗОСОДЕРЖАЩИЕ КОМОВЫЕ ДОБАВКИ
КАК ФАКТОР ПРИЖИЗНЕННОГО ФОРМИРОВАНИЯ
КАЧЕСТВЕННОЙ И БЕЗОПАСНОЙ ПРОДУКЦИИ**

***LACTULOSE-CONTAINING FEED ADDITIVES
AS A FACTOR IN THE LIFETIME FORMATION OF
HIGH-QUALITY AND SAFE PRODUCTS***

¹Светлана А. Брехова, младший научный сотрудник

^{1,2}Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН
Людмила Ф. Обрушникова, младший научный сотрудник

Svetlana A. Brekhova, Junior Researcher

^{1,2}*Marina I. Slozhenkina, Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS*
Lyudmila F. Obrushnikova, Junior Researcher

¹Поволжский научно-исследовательский институт производства
и переработки мясомолочной продукции», Волгоград

²Волгоградский государственный технический университет

¹*Volga Region Research Institute of Manufacture
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia*

²*Volgograd State Technical University, Volgograd, Russia*

Контактное лицо: Брехова Светлана Андреевна, младший научный сотрудник комплексной аналитической лаборатории, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6;
e-mail: sveta511518@mail.ru; тел.: 8 (937) 541-86-94; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0763-4447>.

Для цитирования: Брехова С.А., Сложенкина М.И., Обрушникова Л.Ф. Лактулозосодержащие кормовые добавки как фактор прижизненного формирования качественной и безопасной продукции // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 20, № 4. С. 51-64. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-20-51-64>.

Principal Contact: Svetlana A. Brekhova, Junior Researcher of the Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;

e-mail: sveta511518@mail.ru; tel.: +7 (937) 541-86-94; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0763-4447>.

For citation: Brekhova S.A., Slozhenkina A.A., Obrushnikova L.F. Lactulose-containing feed additives as a factor in the lifetime formation of high-quality and safe products. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2022;20(4):51-64. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-20-51-64>.

Резюме

Цель. Оценка различных видов современных лактулозосодержащих добавок и эффективности их использования в кормлении сельскохозяйственных животных в качестве одного из варианта решения проблемы прижизненного формирования качественной и безопасной животноводческой продукции для здорового питания современного населения.

Обсуждение. Совершённый советским ученым Миненковым А.Р. в середине XX века переворот в кормопроизводстве, а именно: применение антибиотиков как кормовой добавки для стимулирования продуктивности, стал провальным к началу XXI века. К этому времени

были выявлены негативные последствия продолжительного применения антибиотиков, что привело к активному отказу от них в животноводческой практике в качестве стимуляторов продуктивности. На смену им пришли про- и пребиотические кормовые добавки, оказывающие оздоравливающий эффект на организм животных, тем самым благотворно влияя на их продуктивные характеристики. Пребиотики в кормопроизводстве более удобны в применении нежели пробиотики, так как имеют большую степень неприхотливости к условиям хранения, но при этом более просты в получении нежели живые микроорганизмы. Наиболее известным и доказавшим эффективность своего применения в животноводстве пребиотиком является лактулоза. Кормовые добавки на её основе в организме животных обладают идентичным механизмом действия, основанным на ферментативном расщеплении в толстом отделе кишечника данного дисахарида бифидо- и лактобактериями, что запускает ряд взаимосвязанных процессов, оказывающих благотворный физиологический эффект. Рассмотренные результаты применения некоторых лактулозосодержащих кормовых добавок на цыплятах-бройлерах, козах зааненской породы, свиньях и кроликах позволили умозаключить, что для вышеуказанных видов животных прослеживается схожий положительный эффект от присутствия в рационе новых кормовых добавок на основе лактулозы: интенсификация роста и развития животных, а также усиление сопротивляемости неблагоприятным внешним факторам, что непосредственно сказывается на прижизненном формировании более качественной и безопасной животноводческой продукции.

Заключение. Рассмотренные исследования по использованию современных кормовых добавок на основе лактулозы и полученные результаты подтверждают их способность оказывать благотворное влияние на рост, развитие и устойчивость к отрицательным факторам из вне организма сельскохозяйственных животных, таких как цыплята-бройлеры, козы, свиньи и кролики. Это в свою очередь способствует прижизненному формированию улучшенных количественных и качественных характеристик получаемого животноводческого сырья.

Ключевые слова: лактулоза, пребиотики, животноводческая продукция, сельскохозяйственные животные

Abstract

Purpose. Evaluation of various types of modern lactulose-containing additives and the effectiveness of their use in feeding farm animals as one of the options for decision the problem of in vivo formation of high-quality and safe livestock products for the healthy nutrition of the modern population.

Discussion. The revolution in feed production made by the Soviet scientist Minenkov A.R. in the middle of the 20th century, namely the use of antibiotics as a feed additive to stimulate productivity, became a failure by the beginning of the 21st century. By this time, the negative consequences of prolonged use of antibiotics were revealed, which led to the active rejection of them in animal husbandry practice as productivity stimulants. They were replaced by pro- and prebiotic feed additives that have a healing effect on animal organism, thereby beneficially influencing their productive characteristics. Prebiotics in feed production are more convenient to use than probiotics, as they have a greater degree of unpretentiousness to storage conditions, but at the same time they are easier to obtain than live microorganisms. Lactulose is the most well-known and proven prebiotic in animal husbandry. Feed additives based on it in the body of animals have an identical mechanism of action based on enzymatic cleavage in the large intestine of this disaccharide by bifidobacteria and lactobacilli, which triggers a number of interrelated processes

that have a beneficial physiological effect. The considered results of the use of some lactulose-containing feed additives on broiler chickens, Saanen goats, pigs and rabbits made it possible to conclude that for the above animal species there is a similar positive effect from the presence of new lactulose-based feed additives in the diet: intensification of growth and development of animals, as well as strengthening of resistance to adverse external factors, which directly affects the life-time formation of better and safer livestock products.

Conclusion. *Reviewed studies on the use of modern lactulose-based feed additives and the results obtained confirm their ability to have a beneficial effect on the growth, development and resistance to negative factors from outside the body of farm animals, such as broiler chickens, goats, pigs and rabbits. This, in turn, contributes to the lifetime formation of improved quantitative and qualitative characteristics of the resulting livestock raw materials.*

Keywords: *lactulose, prebiotics, livestock products, farm animals*

Введение. Безопасность продуктов питания, а также их нутриентный состав являются первостепенными факторами, влияющими на сохранение здоровья, качество и продолжительность жизни людей. Именно поэтому важно уделять внимание, качеству и составу употребляемой пищи, ее безвредности, так как они напрямую влияют на эндоэкологию человека и способны привести к негативным последствиям в виде метаболических и генетических нарушений у их потребителей (Belik S et al., 2015; 2016).

Наибольшую ценность в питании человека представляет собой животноводческая продукция в виде молока, мяса и яиц, так как является единственным источником незаменимых аминокислот, которые, согласно исследованию Кудряшевой А.А. и Пресняковой О.П. (2014), «играют огромную роль в поддержании и сохранении здоровья человека, а также достижении активного долголетия». Неоспоримая польза продуктов, получаемых от сельскохозяйственных животных, обуславливает необходимость качественного и планомерного развития сельского хозяйства в сфере животноводства, особенно прижизненного формирования качества будущей продукции.

По данным Федеральной службы государственной статистики, за последнее десятилетие в период с 2010 по 2020 гг. уровень самообеспечения мясом возрос на 27,9% и составил 100,1%, молоком – на 3,6% и составил 84%, а уровень самообеспечения яйцами снизился на 0,9% и составил 97,4%. В структуре продукции животноводства по видам, по данным за 2020 г., лидирующее место занимает производство красного мяса и мяса птицы в количестве 24,6%, далее производство молока – 14,5% и яиц – 3,7% относительно хозяйств всех категорий и фактически действовавших ценах (М.: Росстат, 2021).

Несмотря на хорошую динамику развития сельского хозяйства нашей страны, современные реалии ставят перед данной отраслью новый вызов. Пандемия COVID-2019, по оценке доктора экономических наук Федотовой Г.В. и академика РАН Горлова И.Ф. (2020), привела к кризисному состоянию, сказавшемуся в первую очередь «на темпах роста дохода населения и продуктовой обеспеченности». Потребность в полной продуктовой самообеспеченности страны стала более актуальной на фоне различного рода санкций. Стоит обратить внимание на набирающую обороты общемировую тенденцию к зелёной повестке, включающей в себя адаптацию сельского хозяйства к изменению климата, развитие зелёной экономики и её декарбонизация за счёт внедрения низкоуглеродных технологий и поддержки производств с низким выбросом газов (Довбий И.П. и др., 2022). Согласно данной повестке животноводству определили одно из лидирующих мест по выбросу углекислого газа и метана наряду с металлургией и химической промышленностью (Березин П., 2022).

Таким образом, учитывая все современные реалии можно утверждать, что интенсификация животноводства за счёт увеличения уровня продуктивности сельскохозяйственных животных с упором на безопасность и качество получаемой продукции является актуальной задачей. Повышать продуктивность сельскохозяйственных животных можно при помощи селекционной работы, применяя индексную селекцию и геномные технологии, или путём усовершенствования технологий кормопроизводства и кормления.

Второй путь при меньших временных, финансовых и трудовых затратах позволяет получить положительные результаты. Советский ученый Миненков А.Р. совершил переворот в кормопроизводстве, обозначив в середине XX века идею применения антибиотиков в животноводстве не как лекарства, а в качестве кормовой добавки для повышения продуктивности. В те годы идея подтвердилась на практике, получила широкое распространение во многих странах, но оказалась провальной в долгосрочной перспективе. К началу XXI века были установлены негативные последствия длительного применения антибиотиков (Zlobina EY et al., 2015), и сформировалась тенденция отказа от антибиотиков во всём мире, подтверждающаяся законодательными актами отдельных стран. Вместо антибиотиков стали активно применять в животноводстве про- и пребиотические кормовые добавки, оказывающие влияние на продуктивность животных за счёт оздоровления их организма. Пробиотики, являясь живыми микроорганизмами, очень чувствительны к условиям хранения и применения, в то время как пребиотики, будучи питательной средой и стимулятором роста для полезной микрофлоры в организме животного, менее требовательны к условиям хранения и более просты в получении. Наиболее известным и доказавшим эффективность своего применения в животноводстве пребиотиком является лактулоза.

Написание данной статьи обусловлено необходимостью решения проблемы прижизненного формирования качественной и безопасной животноводческой продукции для здорового питания современного населения, оценки различных видов современных лактулозосодержащих добавок и эффективности их использования в кормлении сельскохозяйственных животных в качестве одного из вариантов решения вышеобозначенной проблемы. Поставленная цель может быть достигнута за счёт реализации ряда последовательных задач: проведение обзора и анализа современных научных публикаций по вопросам прижизненного формирования качественной и безопасной животноводческой продукции; оценка источников поступления лактулозы в организм сельскохозяйственных животных и механизма её действия, систематизация и описание современных лактулозосодержащих кормовых добавок и опыта их применения на различных видах сельскохозяйственных животных.

Материалы и методы. Исследование и обработка данных были осуществлены посредством применения различного методологического инструментария: методы логики, аналогии и сопоставления, графической интерпретации данных, а также логического и статистического анализа при рассмотрении материалов Росстата и исследований современных российских и зарубежных авторов.

Обсуждение. Лактулоза представляет собой изомерную форму лактозы, но при этом превышает последнюю по характеристикам сладости в 2 и растворимости – в 3,6 раза, имея показатель растворимости при 20°C, равный 58,1% (Рябцева С.А. и др., 2020). Более 70 лет назад лактулоза была идентифицирована в качестве бифидус-фактора, однако и по сей день научные разработки и исследования с данным бифидогенным веществом являются востребованными у многих учёных-клиницистов и зоотехников. В Южном федеральном округе на базе Поволжского научно-исследовательского института производства и переработки мясомолочной продукции с 2008 года активно ведутся разработки лактулозосодержащих пищевых и

кормовых добавок, многие из которых при внедрении доказали свою высокую эффективность.

В таблице 1 представлены разработанные сотрудниками ГНУ НИИММП пищевые и кормовые лактулозосодержащие добавки за период с 2008-2022 гг.

Таблица 1. Лактулозосодержащие добавки

Table 1. Lactulose supplements

Название и документ на добавку или её апробацию <i>Name and document for the supplement or its testing</i>	Состав <i>Compound</i>
Биологически активная добавка к пище (патент RU 2340217, 10.12.2008) <i>Biologically active food supplement (Patent RU 2340217, 12/10/2008)</i>	Лактулоза (0,6-0,7 кг) + глицин (0,09-0,1 кг) + жмых тыквы, арбуза и дыни (9,2-9,3 кг) <i>Lactulose (0.6-0.7 kg) + glycine (0.09-0.1 kg) + pumpkin, watermelon and melon cake (9.2-9.3 kg)</i>
Бишофитно-лактuloзная кормовая добавка (патент RU 2314709, 20.01.2008) <i>Bischofite-lactulose feed additive (Patent RU 2314709, 01/20/2008)</i>	Бишофит + лактулоза в соотношении 0,2:0,03 мл на 1 кг веса животного <i>Bischofite + lactulose in a ratio of 0.2 : 0.03 ml per 1 kg of animal weight</i>
Тодикамп-Лакт (ТУ 9229-147-10514645-07; патент RU 2360448, 10.06.2009) <i>Todikamp-Lact Specifications 9229-147-10514645-07; Patent RU 2360448, 06/10/2009)</i>	Медовый экстракт грецких орехов молочно-восковой спелости (5 кг) + концентрат лактулозы (5 кг) <i>Honey extract of walnuts of milky-wax ripeness (5 kg) + lactulose concentrate (5 kg)</i>
Кумелакт (патент RU 2363268, 10.08.2009) <i>Kumelact (Patent RU 2363268, 08/10/2009)</i>	Лактулоза (5 кг) + медовый экстракт семян тыквы, пророщенных в молочной сыворотке (4,975 кг) + яблочная кислота (0,025 кг) <i>Lactulose (5 kg) + honey extract of pumpkin seeds germinated in whey (4.975 kg) + malic acid (0.025 kg)</i>
Лактусил (патент RU 2365292, 27.09.2009) <i>Lactusil (Patent RU 2365292, 09/27/2009)</i>	Лактулоза (5 кг) + медовый экстракт проросших семян расторопши (4,975 кг) + яблочная кислота (0,025 кг) <i>Lactulose (5 kg) + honey extract of germinated milk thistle seeds (4.975 kg) + malic acid (0.025 kg)</i>
Лактофлэкс (патент RU 2370151, 20.10.2009) <i>Lactoflex (Patent RU 2370151, 10/20/2009)</i>	Медовый экстракт календулы (0,5 кг), одуванчика (0,5 кг), мяты (0,5 кг), солодки (0,5 кг) + медовый экстракт семян тыквы (1 кг), расторопши (1 кг), нута (1 кг) + лактулоза (4,97 кг) + янтарная кислота (0,03 кг) <i>Honey extract of calendula (0.5 kg), dandelion (0.5 kg), mint (0.5 kg), licorice (0.5 kg) + honey extract of pumpkin seeds (1 kg), milk thistle (1 kg), chickpeas (1 kg) + lactulose (4.97 kg) + succinic acid (0.03 kg)</i>
Лактумин (патент RU 2378940, 20.01.2010) <i>Lactumin (Patent RU 2378940, 01/20/2010)</i>	Медовый экстракт топинамбура (4,97 кг) + лактулоза (5 кг) + янтарная кислота (0,03 кг) <i>Jerusalem artichoke honey extract (4.97 kg) + lactulose (5 kg) + succinic acid (0.03 kg)</i>

Таблица 1. Продолжение

Table 1. Continuation

<p>Название и документ на добавку или её апробацию <i>Name and document for the supplement or its testing</i></p>	<p>Состав <i>Compound</i></p>
<p>Лактофит (патент RU 2400107, 27.09.2010)</p> <p><i>Lactofit (Patent RU 2400107, 27/09/2010)</i></p>	<p>Медовый экстракт проращенных в молочной сыворотке семян тыквы, расторопши, нута (по 1 кг) + медовый экстракт топинамбура (1 кг), свеклы, моркови, тыквы (по 0,333 кг) + масло тыквенное и расторопшечное (по 0,05 кг) + лактулоза (4,875 кг) + яблочная кислота (0,025 кг)</p> <p><i>Honey extract of pumpkin, milk thistle, chickpea seeds germinated in milk whey (1 kg each) + Jerusalem artichoke honey extract (1 kg), beets, carrots, pumpkins (0.333 kg each) + pumpkin and milk thistle oil (0.05 kg each) + lactulose (4.875 kg) + malic acid (0.025 kg)</i></p>
<p>Кумелакт-1 (кормовая добавка) (ТУ 10.91.10-257-10514645-2020)</p> <p><i>Kumelact-1 (feed additive) (Specifications 10.91.10-257-10514645-2020)</i></p>	<p>Концентрат лактулозы (5 кг) + мука прощенных семян тыквы (4,95 кг) + яблочная кислота (0,05 кг)</p> <p><i>Lactulose concentrate (5 kg) + forgiven pumpkin seed flour (4.95 kg) + malic acid (0.05 kg)</i></p>
<p>Лактувет-1 (кормовая добавка, разработанная при участии учёных Северо-Кавказского Федерального научного аграрного центра; СТО 00437062-014-2020)</p> <p><i>Lactuvet-1 (feed additive developed with the participation of scientists from the North Caucasus Federal Scientific Agrarian Center; Organization Standard 00437062-014-2020)</i></p>	<p>Сухая молочная меласса с лактулозой, полученная по особой технологии</p> <p><i>Dry milk molasses with lactulose obtained by a special technology</i></p>
<p>Лактумин-1 (кормовая добавка; (ТУ 10.91.10-258-10514645-2-21)</p> <p><i>Lactumin-1 (feed additive) Specifications 10.91.10-258-10514645-2-21</i></p>	<p>Сухая молочная меласса с лактулозой «Лактувет-1» (5 кг) + медовый экстракт свежих клубней топинамбура (4,97 кг) + янтарная кислота (0,03 кг)</p> <p><i>Dry milk molasses with lactulose "Lactuvet-1" (5 kg) + honey extract of fresh Jerusalem artichoke tubers (4.97 kg) + succinic acid (0.03 kg)</i></p>
<p>Глималаск-лакт (кормовая добавка; методические рекомендации)</p> <p><i>Glimalask-lact (feed additive; guidelines)</i></p>	<p>Лактулоза+пищевая добавка «Глималаск», представляющая собой комплекс органических кислот: глицина, аскорбиновой и яблочной кислот в соотношении 10,0:1,5:1,0</p> <p><i>Lactulose + food supplement "Glimalask", which is a complex of organic acids: glycine, ascorbic and malic acids in a ratio of 10,0 : 1.5: 1,0</i></p>

Научная работа в данном направлении ведётся по сей день и другими организациями научно-исследовательской направленности. Академиком Храмцовым А.Г. ведётся активная научно-исследовательская работа, посвящённая лактулозе и добавкам на её основе, а также их влиянию на организм человека (Храмцов А.Г., 2009; 2021; 2022). Механизм действия лак-

тулозосодержащих кормовых добавок в организме животных идентичен хорошо изученному механизму действия лактулозы в организме человека и представлен на рисунке 1.

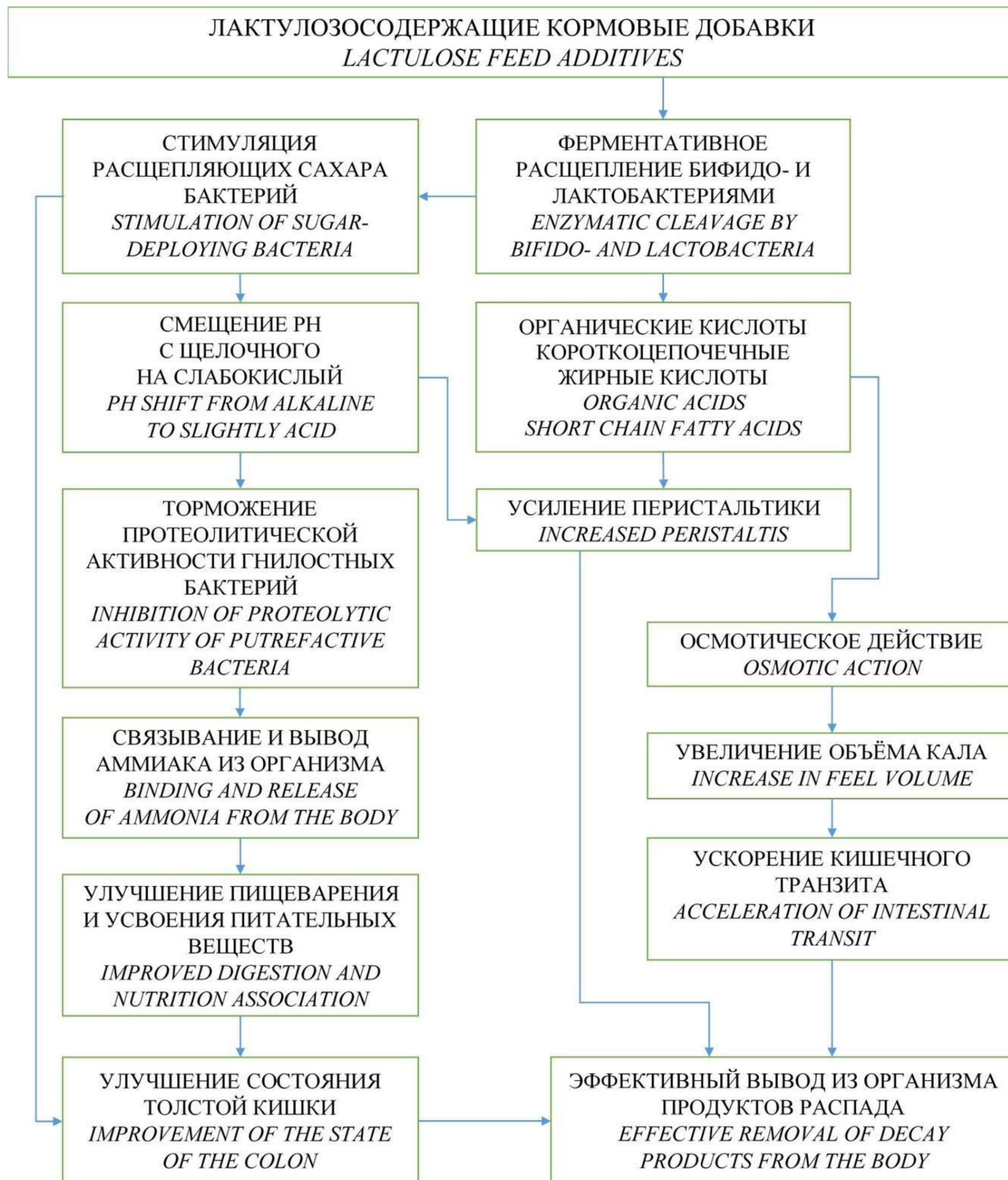


Рисунок 1. Механизм действия лактулозосодержащих добавок в организме животного
Figure 1. Mechanism of action of lactulose-containing supplements in the body of an animal

Апробация кормовой бишофитно-лактулозной добавки в ЗАО «Краснодонское» Волгоградской области на поросятах позволила получить следующие результаты: введение в рацион лактулозы и бишофитно-лактулозной добавки способствует приросту живой массы

на 1,4 и 5,4% относительно контрольной группы за 60-дневный период, а при дальнейшем уравнивании условий кормления путём исключения кормовой добавки на заключительной стадии выращивания сроком в 240 дней данный показатель составил 4,0 и 7,9% соответственно. Таким образом, установлен эффект синергизма при совместном применении лактулозы с бишофитом в кормлении животных, позволяющим интенсифицировать производство свинины.

На территории Ростовской области Коссе А.Г. (2013) проводилось обширное исследование по применению пребиотических добавок «Лактумин» и «Тодикамп-Лакт» в птицеводстве. Установлен положительный эффект в виде повышения сохранности цыплят на 3% за счёт роста естественной резистентности их организма, смещения в кишечнике соотношения бактерий группы кишечной палочки относительно лактобактерий и бифидобактерий, при росте количества последних в среднем на 2,85 и на 1,87% соответственно. Также установлено, что применение вышеуказанных лактулозосодержащих добавок в рационах цыплят в период до 42-дневного возраста повышает убойный выход птицы на 0,9% при кормлении с добавкой «Лактумин» и на 1,9% при применении «Тодикамп-Лакт», следовательно, повышается рентабельность производства мяса птицы на 3,01% и 5,05% при снижении себестоимости продукции на 2,77 и 4,28% соответственно.

В 2022 году было опубликовано множество научных трудов, отражающих эффективность применения пребиотических добавок, в частности, «Лактувет-1», «Кумелакт-1» и «Лактусил». При опыте на козах зааненской породы установлено положительное влияние употребления животными добавки «Лактувет-1» в количестве 0,5% от основного рациона на рост молочной продуктивности на 5%, качественных показателей полученного сырья: жира – на 0,5%, белка – на 0,8% относительно группы животных, получавших только основной общехозяйственный рацион. Спектрометрическое исследование опытного молока относительно молока контрольной группы позволило выявить пониженное содержание тяжёлых металлов: ртути, мышьяка и свинца, в 1,1; 1,2 и 3 раза соответственно (Сложенкина М.И. и др., 2022).

В ходе аналогичного опыта при параллельной оценке применения в рационе коз пребиотиков «Кумелакт-1» и «Лактувет-1» в количестве 0,5% от основного рациона получены данные о превосходстве качественных показателей молока животных опытных групп над аналогами контрольной группы: по содержанию массовой доли сухих веществ – на 0,61 ($P \geq 0,99$) и 0,66% ($P \geq 0,99$); массовой доли сухого обезжиренного молочного остатка – на 0,34 ($P \geq 0,99$) и 0,57% ($P \geq 0,999$); массовой доли жира – на 0,19 ($P \geq 0,99$) и 0,29% ($P \geq 0,99$); массовой доли общего белка – на 0,08 и 0,23% ($P \geq 0,95$); казеина – на 0,06 и 0,19% ($P \geq 0,95$); лактозы – на 0,17 ($P \geq 0,99$) и 0,26% ($P \geq 0,999$); минеральных веществ – на 0,07 ($P \geq 0,999$) и 0,05% ($P \geq 0,999$); фосфора – на 1,08 ($P \geq 0,99$) и 1,68% ($P \geq 0,99$) соответственно. Установлено, что введение кормовых добавок «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» положительно влияет на усиление обменных процессов, протекающих в организме животных, обеспечивающих их более интенсивную лактацию и получение молока повышенной пищевой ценности. Испытуемые кормовые добавки оказали положительный эффект также и на минеральный обмен и иммунный статус животных, о чём свидетельствует превосходство показателей над аналогами контрольной группы по IgG на 1,58 и 2,71%; IgM – на 2,28 и 23,74% ($P \geq 0,95$); IgA – на 13,64 и 39,40% ($P \geq 0,99$) животных, получавших к основному рациону «Лактувет-1» и «Кумелакт-1» соответственно (Mosolov AA et al., 2022).

Научно-практический опыт по кормлению свиней пребиотиком «Лактусил» в количестве 0,2 мл/кг живого веса свидетельствует о повышении содержания общего

количества белка в крови животных на 3,7% или 3,0 г/л ($P \geq 0,95$), альбумина – на 0,2% или 0,1 г/л, глобулинов – на 4,1% или 1,6 г/л ($P \geq 0,95$), отмечено увеличенное содержание β - и γ -глобулинов, кальция и неорганического фосфора относительно аналогичных показателей контрольной группы. Отмечен прирост показателей крови, характеризующих эффективность иммунного ответа на бактерии и патогены, относительно аналогичных показателей у контрольной группы свиней: IgG – на 0,7 мг/мл и 19,1% ($P \geq 0,999$); IgM – на 0,1 мг/мл и 21,8% ($P \geq 0,999$), IgA – на 0,4 мг/мл и 19,1% ($P \geq 0,999$). Таким образом, применение пребиотической кормовой добавки «Лактусил» в кормлении свиней оказывает положительное влияние не только на показатели здоровья животных, но и на их продуктивные способности, так как абсолютный прирост живой массы превалировал над данным показателем у контрольной группы на 2 кг или 2% (Miroshnik AS et al., 2021). Использование вышеуказанной биологически активной кормовой добавки в рационе сельскохозяйственных животных в сравнении с ветеринарным препаратом не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние и уровень гуморального иммунитета. Высокий уровень живой массы, абсолютных и среднесуточных приростов подтверждён результатами биохимических, морфологических и иммунологических исследований крови экспериментальных поросят, косвенно указывающими на высокий уровень обменных процессов в их организме.

Также исследование применения комбинированной с азотсодержащими пептидами и органическими кислотами лактулозосодержащей добавки в рационе свиней позволило установить положительные эффекты относительно контроля, среди которых особенно примечательно увеличение абсолютного прироста живой массы на 1,77 кг или 1,8% ($P \geq 0,999$) и снижение содержания сухого обезжиренного остатка – на 0,1%. Изучение применения в рационе поросят смеси из сухой лактулозы и пророщенных семян тыквы, прошедших обработку в экструдере, позволило установить, что на протяжении всего периода выращивания поросята превосходили в развитии своих сверстников из контрольной группы. Увеличение абсолютного прироста живой массы составило 2,6% ($P \geq 0,999$), а при откорме до центнера снизились сроки откорма на 2-3 дня. Это в свою очередь положительно повлияло на экономическую составляющую производства свинины за счёт снижения на 0,16 кг затрат корма на производство единицы продукции. Прирост значений показателей роста и развития, а также естественного иммунитета поросят на фоне включения в рацион современных натуральных лактулозосодержащих добавок позволяет выдвинуть гипотезу, что данные добавки способствуют интенсификации обмена веществ (Nikolaev DV et al., 2021).

В животноводстве в процессе разработки систем выращивания кроликов с применением современных натуральных лактулозосодержащих кормовых добавок пребиотического действия также был изучен эффект их применения. Результаты данного исследования свидетельствуют о положительном влиянии данных добавок на развитие, рост и устойчивость животных к неблагоприятным факторам среды. Прирост у кроликов, употреблявших рацион с лактулозой, превышал аналогов контрольной группы на 0,15-0,27 кг или 5,6-9,8%, увеличение живой массы составило 0,18-0,19 кг (5,1-5,3%), а убойного выхода – на 1-3%. Лабораторное исследование микробиома в кишечнике кроликов позволило сделать вывод о том, что применение новых кормовых добавок на основе лактулозы способно благотворно влиять на рост лактобактерий, так как их численность возросла более чем в 3 раза (Горлов И.Ф. и др., 2022; Княжеченко О.А. и др., 2022; Мосолов А.А. и др., 2022).

Заключение. Вышеописанные исследования современных кормовых добавок на основе лактулозы подтвердили их способность оказывать благотворное влияние на рост, развитие и устойчивость к отрицательным факторам из вне организма сельскохозяйственных животных, таких как цыплята-бройлеры, козы, свиньи и кролики. Это в свою очередь способствует прижизненному формированию улучшенных количественных и качественных характеристик получаемого животноводческого сырья. Таким образом, научное направление по внедрению в кормовые рационы сельскохозяйственных животных новых лактулозосодержащих добавок является актуальным и востребованным, особенно в условиях современных внешнеполитических реалий. Открытым поприщем для научной деятельности является изучение возможности влияния лактулозосодержащих кормовых добавок на малораспространённые виды сельскохозяйственных животных, таких как лошади, верблюды, ослы, а также создание новых нутриентобогащенных кормопрепаратов на основе лактулозы для отдельного вида животных с учётом потребностей их организма.

Благодарность: Работа выполнена по гранту 21-16-00025, ГНУ НИИММП.

Acknowledgment: The work was carried out under grant 21-16-00025, VRIMMP.

Список источников

1. Белково-углеводные кормовые добавки с лактулозой в рационах лактирующих коров / А.Г. Храмцов, А.И. Еремина, С.С. Школа, Г.С. Анисимов, Б.Т. Абилов, В.В. Кулинцев, А.П. Марынич, Н.М. Джафаров, В.П. Николаенко, Н.Я. Дыкало // Ветеринария. 2021. № 3. С. 59-64. <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.3.59-62>.
2. Березин П. Зелёная повестка в сельском хозяйстве // Журнал председатель. 2022. [Электронный ресурс]. URL: <https://predsedatel-apk.ru/glavnye-temy/zelenaya-povestka-v-selskom-hozyaystve/> (дата обращения: 16.11.2022). [Berezin P. Zelyonaya povestka v sel'skom hozyajstve // Zhurnal predsedatel'. 2022. [Elektronnyj resurs]. URL: <https://predsedatel-apk.ru/glavnye-temy/zelenaya-povestka-v-selskom-hozyaystve/> (data obrashcheniya: 16.11.2022).
3. Влияние новой пребиотической кормовой добавки на качество и безопасность молока-сырья коз зааненской породы / М.И. Сложенкина, С.А. Брехова, Н.А. Ткаченко, О.В. Кудряшова, Е.В. Карпенко, Е.С. Воронцова, А.А. Мосолов // Известия Нижневолжского агроуниверситетского комплекса: наука и высшее профессиональное образование. 2022. № 3(67). С. 318-327. <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-03-36>.
4. Горлов И.Ф., Княжеченко О.А., Мосолов А.А. Изучение эффективности лактулозосодержащих добавок в рационах кроликов // Кролиководство и звероводство. 2022. № 1. С. 23-29. https://doi.org/10.52178/00234885_2022_1_23.
5. Довбий И.П., Кобылякова В.В., Кондратов М.В., Минкин А.А. ESG-переход: зеленая повестка в глобальной экономике и финансах // Управление в современных системах. 2022. № 1 (33). С. 21-33. <https://doi.org/10.24412/2311-1313-33-21-33>.
6. Княжеченко О.А., Пилипенко Д.Н. Изучение органолептических и физико-химических свойств сыровяленых продуктов из мяса кролика // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 18, № 2. С. 79-87. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-79-87>.

7. Коссе А.Г. Эффективность применения лактулозосодержащих кормовых добавок при выращивании цыплят бройлеров // Труды Кубанского ГАУ. 2013. № 45. С. 174-176.
8. Кудряшева А.А., Преснякова О.П. Медико-биологические особенности натуральных пищевых аминокислот // Пищевая промышленность. 2014. № 3. С. 68-73.
9. Сельское хозяйство в России: стат. сб. М.: Росстат, 2021. 100 с.
10. Способ повышения продуктивности кроликов / Мосолов А.А., Сложенкина М.И., Горлов И.Ф., Семенова И.А., Княжеченко О.А., Золотарева А.Г., Карпенко Е.В. Патент РФ № 2765690. 2022.
11. Технологическая платформа отечественного пребиотика лактулозы / А.Г. Храмцов, И.А. Евдокимов, С.А. Рябцева, А.В. Серов, Б.М. Синельников, Ю.И. Филатов, В.Д. Харитонов, Л.Г. Андреев, Т.А. Антипова, Н.Г. Кроха, И.И. Бурачевский, В.А. Поляков, В.В. Ким, Н.А. Киселёв // Молочная промышленность. 2009. № 12. С. 53-56.
12. Федотова Г.В., Горлов И.Ф. Пандемия COVID-2019 как триггер нового продуктового кризиса // Национальные интересы: приоритеты и безопасность. 2020. Т. 16, № 9 (390). С. 1622-1635. <https://doi.org/10.24891/ni.16.9.1622>.
13. Физиологические эффекты, механизмы действия и применение лактулозы / С.А. Рябцева, А.Г. Храмцов, Р.О. Будкевич, Г.С. Анисимов, А.О. Чукло, М.А. Шпак // Вопросы питания. 2020. Т. 89, № 2. С. 5-20. <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10012>.
14. Храмцов А.Г., Дыкало Н.Я., Школа С.С., Еремина А.И., Анисимов Г.С., Рудковский А.В. ЛактуВет – бифидогенная пищевая добавка будущего // Аграрно-пищевые инновации. 2022. Т. 17, № 1. С. 17-29. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-17-29>.
15. Belik S, Avetisyan Z, Maksimov O, Kvasov A, Vanyan G. Interrelation of biochemical and psychophysiological parameters of students with the level of vegetative regulation of their organism // Modern European Researches. 2016. № 4. P. 5-12.
16. Belik S, Ivantsov V, Avetisyan Z, Svintukhovskiy O, Tandilyan G. Features of vegetative regulation at students of educational military center and its interrelation with indicators of physical and functional preparedness // Modern European Researches. 2015. № 6. P. 8-12.
17. Miroshnik AS, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Frolova MV, Nikolaev DV, Mosolova NI. The use of biologically active supplements as an alternative for application of antibiotics in production of pork // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. P. 32009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032009>.
18. Mosolov AA, Gorlov IF, Nikolaev DV, Slozhenkina MI, Kudryashova OV, Vasilieva MO. Ensuring environmental safety of goat milk production based on the integration of innovations in feeding // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2022. Vol. 981. Article number: 022098. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022098>.
19. Nikolaev DV, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Mosolova NI, Evdokimov IA. Innovative technology of pork production with the use of phytobiotics // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2021. Vol. 677. Article number: 032006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032006>.
20. Zlobina EY, Belik SN, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Pavlenko AS. Morpho-functional state of the liver of the rats fed the rations with meat of the pigs grown with antimicrobials // Pakistan Veterinary Journal. 2015. Т. 35, № 3. P. 325-328.

References

1. Protein-carbohydrate feed additives with lactulose in the diets of lactating cows / AG Khramtsov, AI Eremina, SS Shkola, GS Anisimov, BT Abilov, VV Kulintsev, AP Marynich, NM Jafarov, VP Nikolayenko, NYa Dikalo. *Veterinariya = Veterinary medicine*. 2021;3:59-64. (In Russ.). <https://doi.org/10.30896/0042-4846.2021.24.3.59-62>.
2. Berezin P. Green agenda in agriculture. *Journal chairman*. 2022. [Electronic resource]. (In Russ.). URL: <https://predsedatel-apk.ru/glavnye-temy/zelenaya-povestka-v-selskom-hozyaystve/> (date of application: 11.16.2022).
3. Effect of a new prebiotic feed additive on the quality and safety of raw-milk of the goats of Zaagen breed / MI Slozhenkina, SA Brekhova, NA Tkachenkova, OV Kudruashova, YV Karpenko, YS Vorontsova, AA Mosolov. *Izvestiya Nizhnevolzhskogo agrouniversitetskogo kompleksa: nauka i vyssheye professional'noye obrazovaniye = Proc. of the Lower Volga Agro-University Comp.* 2022. 3(67). 318-327 (In Russ.). <https://doi.org/10.32786/2071-9485-2022-03-36>.
4. Gorlov IF, Knyazhechenko OA, Mosolov AA. Study of the effectiveness of lactulose-containing supplements in rabbit diets. *Krolikovodstvo i zverovodstvo = Rabbit and Fur-bearing animal breeding*. 2022;1:23-29. (In Russ.). https://doi.org/10.52178/00234885_2022_1_23.
5. Dovbij IP, Kobyakova VV, Kondratov MV, Minkin AA. ESG transition as a new paradigm of global economy and sustainable financing. *Upravlenie v sovremennyh sistemah = Control in modern systems*. 2022;1(33):21-33. (In Russ.). <https://doi.org/10.24412/2311-1313-33-21-33>.
6. Knyazhechenko OA, Pilipenko DN. Study of organoleptic, physical and chemical properties of dry-jered products from rabbit meat. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2022;18(2):79-87. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-18-79-87>.
7. Kosse AG. The effectiveness of the use of lactulose-containing feed additives in the cultivation of broiler chickens. *Trudy Kubanskogo GAU = Works of the kuban state agrarian university*. 2013;45:174-176. (In Russ.).
8. Kudryasheva AA, Presnyakova OP. Medical and biological features of natural food amino acids. *Pishchevaya promyshlennost' = Food industry*. 2014;3:68-73. (In Russ.).
9. Agriculture in Russia: statistical collection. M.: Rosstat Publ.; 2021. 100 p. (In Russ.).
10. Method for increasing productivity of rabbits / AA Mosolov, MI Slozhenkina, IF Gorlov, IA Semenova, OA Knyazhechenko, AG Zolotareva, EV Karpenko. *Patent RF*, no. 2765690, 2022. (In Russ.).
11. Technological platform of the domestic prebiotic lactulose / AG Khramtsov, IA Evdokimov, SA Ryabtseva, AV Serov, BM Sinel'nikov, YuI Filatov, VD Haritonov, LG Andreenko, TA Antipova, NG Kroha, II Burachevskii, VA Polyakov, VV Kim, NA Kiselev. *Molochnaya promyshlennost' = Dairy industry*. 2009;12:53-56. (In Russ.).
12. Fedotova GV, Gorlov IF. The COVID-2019 pandemic as a trigger of new food crisis. *Nacional'nye interesy: priority i bezopasnost' = National interests: priorities and security*. 2020;16(9):1622-1635. (In Russ.). <https://doi.org/10.24891/ni.16.9.1622>.
13. Physiological effects, mechanisms of action and application of lactulose / SA Ryabtseva, AG Khramtsov, RO Budkevich, GS Anisimov, AO Chuklo, MA Shpak. *Voprosy pitaniya*

- = *Problems of nutrition*. 2020;89(2):5-20. (In Russ.). <https://doi.org/10.24411/0042-8833-2020-10012>.
14. Khramtsov AG, Dykalo NY, Shkola SS, Eremina A.I., Anisimov GS, Rudkovskii AV. LactuVet – the food supplement of the future. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2022;17(1):17-29. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2022-17-17-29>.
 15. Belik S, Avetisyan Z, Maksimov O, Kvasov A., Vanyan G. Interrelation of biochemical and psychophysiological parameters of students with the level of vegetative regulation of their organism. *Modern European Researches*. 2016;(4):5-12.
 16. Belik S, Ivantsov V, Avetisyan Z, Svintukhovskiy O, Tandilyan G. Features of vegetative regulation at students of educational military center and its interrelation with indicators of physical and functional preparedness. *Modern European Researches*. 2015;(6):8-12.
 17. Miroshnik AS, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Frolova MV, Nikolaev DV, Mosolova NI. The use of biologically active supplements as an alternative for application of antibiotics in production of pork. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(677):32009. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032009>.
 18. Mosolov AA, Gorlov IF, Nikolaev DV, Slozhenkina MI, Kudryashova OV, Vasilieva MO. Ensuring environmental safety of goat milk production based on the integration of innovations in feeding. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2022;(981):022098. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/981/2/022098>.
 19. Nikolaev DV, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Mosolova NI, Evdokimov IA. Innovative technology of pork production with the use of phytobiotics. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(677):032006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/677/3/032006>.
 20. Zlobina EY, Belik SN, Gorlov IF, Slozhenkina MI, Pavlenko AS. Morpho-functional state of the liver of the rats fed the rations with meat of the pigs grown with antimicrobials. *Pakistan Veterinary Journal*. 2015;35(3):325-328.

Вклад авторов: Авторский коллектив проанализировал и структурировал доступную информацию о новых кормовых добавках на основе лактулозы и механизме их действия в организме сельскохозяйственных животных, а также осветил краткие итоги внедрения некоторых из лактулозосодержащих добавок в рацион цыплят-бройлеров, коз, свиней и кроликов. Авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за плагиат и самоплагиат.

Contribution of the authors: *The team of authors analyzed and structured the available information about new lactulose-based feed additives and the mechanism of their action in the body of farm animals, and also highlighted the brief results of the introduction of some of the lactulose-containing additives into the diet of broiler chickens, goats, pigs and rabbits. The authors were equally involved in writing the manuscript and are responsible for plagiarism and self-plagiarism.*

Конфликт интересов. Авторы заявляют, что никакого конфликта интересов в связи с публикацией данной статьи не существует.

Conflict of interest. *The authors declare that there is no conflict of interest in connection with the publication of this article.*

Информация об авторах (за исключением контактного лица):

Сложенкина Марина Ивановна – ¹директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; ²профессор кафедры технологии пищевых производств, Волгоградский государственный технический университет; 400005, Россия, Волгоград, пр-т им. Ленина, 28; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>;

Обрушниковая Людмила Фёдоровна – младший научный сотрудник отдела по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: buh.niimmp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3767-2831>.

Information about the authors (excluding the contact person):

Marina I. Slozhenkina – ¹*Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;* ²*Professor, Department of Food Production Technologies, Volgograd State Technical University; 28, Lenin Av., Volgograd, 400005, Russian Federation;* e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>;

Lyudmila F. Obrushnikova – *Junior Researcher of the Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation;* e-mail: buh.niimmp@yandex.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3767-2831>.

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 01.12.2022;
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 23.12.2022;
принята к публикации / *accepted for publication:* 26.12.2022