

Животноводство и кормопроизводство. 2023. Т. 106, № 2. С. 152-175.
Animal Husbandry and Fodder Production. 2023. Vol. 106, no 2. P. 152-175.

Обзорная статья
УДК 636.085.51
doi:10.33284/2658-3135-106-2-152

О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных

Галина Михайловна Попова¹, Баер Серекпаевич Нуржанов², Галимжан Калиханович Дускаев³
^{1,2,3}Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, Оренбург, Россия
¹galina577@rambler.ru
²baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>
³gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Аннотация. В последние годы многие исследователи, работающие в области кормления сельскохозяйственных животных, обратили внимание на биологически активные вещества, образующиеся в растениях, – фитобиотики. Доказано, что растения улучшают функции иммунной системы, оказывают значительное влияние на здоровье животных и повышают продуктивные качества. Актуальность разработки высокоэффективных фитобиотиков в животноводстве определяет тот факт, что глобальное использование лекарственных растений в качестве альтернативы различным противомикробным препаратам не только приведёт к охране здоровья и максимизации продуктивности животных, но и обеспечит решение проблем общественного здравоохранения. В последнее время китайские лекарственные травы привлекают внимание многих исследователей как возможные источники природных биологически активных соединений при выращивании животных. Биологически активными соединениями, выделенными из шлемника байкальского, являются флавоноиды, терпеноиды летучие, масла и полисахариды, которые оказывают положительное влияние на иммунную систему и в целом на организм. Четыре основных флавоноида шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*), а именно байкалеин, байкалин, вогонозид, вогонин (*baicalein*, *baicalin*, *wogonoside* и *wogonin*), продемонстрировали противоопухолевые, антибактериальные, противовирусные, антиоксидантные, антигипертензивные и гепатопротекторные эффекты при индивидуальной оценке, что говорит о потенциальном благотворном влиянии всего растения на организм животных. Цель обзорной статьи заключалась в изучении свойств фитобиотических добавок и вопроса о перспективности их использовании в кормлении сельскохозяйственных животных на основе анализа современных отечественных и зарубежных публикаций. Таким образом, в качестве альтернативы обычным противомикробным препаратам (антибиотикам), а также стимуляции рубцового пищеварения можно использовать в рационах сельскохозяйственных животных фитобиотики, в том числе шлемник байкальский.

Ключевые слова: крупный рогатый скот, кормление, фитобиотики, продуктивность, химический состав, шлемник байкальский

Благодарности: работа выполнена в соответствии с планом НИР за 2019-2023 гг. ФГБНУ ФНЦ БСТ РАН (№ 0761-2019-0005).

Для цитирования: Попова Г.М., Нуржанов Б.С., Дускаев Г.К. О возможностях использования фитобиотических добавок в рационах сельскохозяйственных животных (обзор) // Животноводство и кормопроизводство. 2023. № 106. № 2. С. 152-175. <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-152>

Review article

About the possibilities of using phytobiotic additives in the diets of farm animals

Galina M Popova¹, Baer S Nurzhanov², Galimzhan K Duskaev³

^{1,2,3}Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, Orenburg, Russia

¹galina577@rambler.ru

²baer.nurzhanov@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3240-6112>

³gduskaev@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9015-8367>

Abstract. In recent years, many researchers working in the field of feeding farm animals have paid attention to biologically active substances formed in plants - phytobiotics. Plants have been proven to im-

prove immune system function, have a significant impact on animal health and increase productivity. Among the factors that determine the relevance of the development of highly effective phytobiotics in animal husbandry is the fact that the global use of medicinal plants as an alternative to various antimicrobials will not only protect animal health and maximize animal productivity, but also provide a solution to public health problems. Recently, Chinese medicinal herbs have attracted the attention of many researchers as possible sources of natural biologically active compounds in animal rearing. Biologically active compounds isolated from this plant are flavonoids, volatile terpenoids, oils and polysaccharides, which have a positive effect on the immune system and the body as a whole. The four main flavonoids of *Scutellaria baicalensis*, namely *baicalein*, *baicalin*, *wogonoside*, and *wogonin*, have shown antitumor, antibacterial, antiviral, antioxidant, antihypertensive, and hepatoprotective effects when assessed individually, suggesting the potential beneficial effects of the whole plant in animals. The purpose of the review article was to study the properties of phytobiotic additives and the question of the prospects for their use in feeding farm animals based on the analysis of modern domestic and foreign publications. Thus, phytobiotics, including Baikal skullcap, can be used in the diets of farm animals as an alternative to conventional antimicrobial drugs (antibiotics), as well as stimulators of cicatricial digestion.

Keywords: cattle, feeding, phytobiotics, productivity, chemical composition, *Scutellaria baicalensis*

Acknowledgments: the work was performed in accordance to the plan of research works for 2019-2023 FSBRI FRC BST RAS (No. 0761-2019-0005).

For citation: Popova GM, Nurzhanov BS, Duskaev GK. About the possibilities of using phytobiotic additives in the diets of farm animals (review). *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2023;106(2):152-175. (In Russ.). <https://doi.org/10.33284/2658-3135-106-2-152>

Введение.

По оценкам, к 2050 году число людей в мире достигнет 9 миллиардов. Постоянный рост человеческой популяции неразрывно связан с растущим спросом еды растительного и животного происхождения. По этой причине учёные ищут решения, повышающие интенсификацию производства продуктов питания с одновременным снижением себестоимости продукции, а также с соблюдением высоких стандартов качества и безопасности (как для людей, так и для окружающей среды). Известно, что виды используемых кормовых добавок влияют на здоровье животных и увеличивают производство высококачественного мяса, яиц, молока (Каледина М.В., 2019).

Также в последнее время повысилась осведомлённость общественности о потенциальных рисках для здоровья, вызванных чрезмерным использованием кормовых антибиотиков и синтетических фармацевтических препаратов. Это способствовало расширению использования различных форм фитобиотиков в питании животных. Фитобиотики в основном используются в питании жвачных животных из-за их антимикробной активности, для смягчения выбросов метана и повышения эффективности ферментации крупного рогатого скота (Khiaosa-ard and Zebeli Q, 2013), а также в качестве антиоксидантных и противовоспалительных добавок (Jungbauer A and Medjako- vic S, 2012). Растительные экстракты или их побочные продукты содержат различные активные соединения, которые являются эффективными альтернативами традиционным химиотерапиям и вакцинам, включая фенолы, полифенолы, алкалоиды, хиноны, терпеноиды, лектины и полипептиды. Растения содержат белки, углеводы, жиры, витамины и минералы, которые являются необходимыми питательными веществами для роста животных. Полисахариды, органические кислоты, алкалоиды и эфирные масла, присутствующие в травах, могут улучшить иммунную функцию домашнего скота (Jing L et al., 2014).

Лекарственные растения занимают почётное место среди средств, применяемых при заболеваниях. На заре медицины снабдьба естественного происхождения были единственными доступными медикаментами, а в последние десятилетия препараты на основе растительного сырья вновь приобрели большую актуальность. Основным преимуществом лекарственных растений перед синтетическими аналогами является их широкий спектр действия, возможность длительного приме-

ния, в том числе и в профилактических целях, без существенных побочных эффектов (Вахитов Х.М. и др., 2017).

Тем не менее, противоречивые результаты были показаны в отношении влияния растительных экстрактов на продуктивность и здоровье молочных телят (Akbarian-Tefaghi M et al, 2018). Различия, скорее всего, связаны с методом экстракции, количеством добавок, типом растения, различным составом рациона и условиями содержания животных, которые требуют уточнения и дальнейшего изучения.

Цель исследования.

Предоставить краткий обзор аспектов, связанных с использованием лекарственных растений в виде кормовых добавок в рационах сельскохозяйственных животных.

Материалы и методы исследования.

Поиск и анализ литературы проводился с использованием интернет-ресурсов: РИНЦ – <https://www.elibrary.ru>, ScienceDirect – <https://www.sciencedirect.com>, PubMed – <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> за период 2008-2023 гг.

Использование лекарственных растений в качестве кормовых добавок.

Для ускоренного развития животноводства особое внимание следует уделять корму, чтобы максимально раскрыть генетический потенциал продуктивности животных. Большинство противомикробных средств по своей природе можно отнести к ксенобиотикам по отношению к организму животного. В зависимости от дозы они могут проявлять токсическое действие, оказывать иммуносупрессивное влияние, нарушать обменные процессы, способствовать дисбактериозу кишечника, накапливать и загрязнять сырьё в продуктах животного происхождения. Это обуславливает необходимость поиска препаратов и кормовых добавок, лишённых этих негативных свойств, и введения их в практику кормления продуктивных животных (Abdikerimova G and Moldabekov B, 2021).

Наряду с интенсивным развитием животноводства растут ожидания селекционеров в отношении кормовых добавок, которые гарантировали бы ускорение темпов роста, защиту здоровья от патогенных инфекций и улучшение других производственных параметров: усвоение кормов, качество мяса, молока, яиц. Основной причиной их применения будет стремление достичь некоторых полезных эффектов, сопоставимых с эффектами стимуляторов роста на основе антибиотиков, запрещённых 01 января 2006 года наиболее важными организациями (ФАО, Министерство сельского хозяйства США, ЕС и EFSA). Ограничения на использование антибиотиков в кормах для животных стимулировали ряд научных исследований по выявлению альтернатив (Markowiak P and Śliżewska K, 2018; Wu Z et al., 2020).

Как корма для жвачных, так и кормовые добавки должны соответствовать некоторым строгим критериям, без одновременного роста затрат на выращивание животных. В прошлом антибиотики и другие лекарственные средства широко использовались, главным образом для того, чтобы модифицировать пищеварительную микробиоту и повысить продуктивность и рост крупного рогатого скота. Длительное применение этих веществ привело к развитию лекарственно-устойчивых микроорганизмов, представляющих угрозу здоровью потребителей и оказывающих негативное воздействие на окружающую среду. В результате 1 января 2006 года использование стимуляторов роста на основе антибиотиков было запрещено в Европейском союзе. Поэтому были найдены альтернативные природные вещества – фитобиотики, обеспечивающие аналогичные эффекты (Truszczyński M and Pejsak Z et al., 2006; Рязанов В.А. и др., 2021).

Натуральные продукты, такие как лекарственные травы, вряд ли вызовут устойчивость к бактериям и не содержат остатков химических веществ. Обладая этими преимуществами, лекарственные травы уже давно используются для лечения болезней животных и улучшения продуктивности животных (Yin B et al., 2021).

В последние десятилетия запросы в области производства пищевых продуктов значительно изменились. Потребители всё больше убеждаются, что они напрямую влияют на здоровье человека и предназначены не только для удовлетворения голода, обеспечения необходимыми питательными веществами людей, но и для предотвращения заболеваний, связанных с потреблением, улучшения физического и психического благополучия. Высокий спрос на такую пищу объясняется ростом стоимости здравоохранения, устойчивым увеличением продолжительности жизни и стремлением пожилых людей к улучшению качества жизни (Beardsworth A et al., 2002).

Многие страны широко используют лекарственные растения как пищевые добавки в повседневной пище и функциональных продуктах питания с целью укрепления здоровья. Их применение основано на одних и тех же фундаментальных знаниях и происходит из традиционной культуры, они одинаково важны как для поддержания и улучшения здоровья, так и для профилактики и лечения заболеваний, а также для облегчения реабилитации. В странах Юго-Восточной Азии, Китае, Корее, Японии данные растения применяют в производстве функциональных продуктов питания, в заместительной терапии (Franz C et al., 2011).

Россия следит за мировыми тенденциями к здоровому питанию и здоровому образу жизни. По литературным данным, каждый год потребление натурального продовольствия повышается на 16-20 %, рынок экологически чистой пищи увеличивается в 4 раза быстрее, чем традиционный рынок потребления продуктов (Калугина З.И., 2015).

Biernasiak J с соавторами (2010) провели анализ текущего состояния рынка растительных экстрактов, исходя из которого установлена прямая зависимость развития фитобиотиков от спроса со стороны ключевых потребляющих отраслей. Аналитические данные свидетельствуют об увеличении сегмента рынка функциональных продуктов, что на 2020 год составило 0,2 % (около 11 тыс. т), а к 2030 году прогнозируется, что цифра может вырасти до 10,7 % (около 664 тыс. т). Правительство РФ утвердило планы по развитию фармотрасли до 2030 года (Постановление Правительства РФ от 29.12.2021 № 2544 «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности»). Основной целью госпрограммы является увеличение объёмов производства отечественных лекарственных средств и медицинских изделий в денежном выражении в два раза к 2030 году по сравнению с 2021 годом – до 1,5 трлн руб (<https://pharmmedprom.ru/news/plan-razvitiya-rossiiskoi-farmotrasli-farma-2030-gotov/>). На данный момент выросла потребность в изучении проблем со здоровьем, что произошло за счёт роста динамики активности жизненного темпа населения, развиваются тенденции правильного образа жизни, в связи с чем растёт спрос на соответствующую продукцию (Асякина Л.К. и др., 2022).

Функциональный продукт питания (ФПП) – это такой пищевой продукт, который даёт возможность предотвратить или скорректировать возникший дефицит питательных веществ в организме человека и животных. ФПП получают за счёт добавления в традиционный пищевой продукт одного или нескольких функциональных пищевых ингредиентов. Функциональные пищевые продукты растительного происхождения – это продукты питания органического наполнения и биологически активных веществ, которые получают из растений (Белякова Т.Н. и Печуркина Д.С., 2020). Поэтому ФПП не только сохраняют, но и улучшают здоровье людей. Данные факторы свидетельствуют о необходимости дополнительных исследований в области разработки функциональных продуктов питания (Biernasiak J et al., 2010).

В последние годы многие исследователи, работающие в области кормления сельскохозяйственных животных, обратили внимание на биологически активные вещества, образующиеся в растениях – фитобиотики. Доказано, что растения улучшают функции иммунной системы, оказывают значительное влияние на здоровье животных и повышают продуктивные качества. Актуальность разработки высокоэффективных фитобиотиков в животноводстве определяет тот факт, что глобальное использование лекарственных растений в качестве альтернативы различным противомикробным препаратам не только приведёт к охране здоровья и максимизации продуктивности животных, но и обеспечит решение проблем общественного здравоохранения, в том числе проблемы повышения безопасности пищевых продуктов путём устранения кумулятивного воздействия

антибиотиков в продуктах животного происхождения (молоко, мясо) (Hashemzadeh-Cigari F et al., 2014; Hlel TB et al., 2021).

Дикорастущие виды растений были выбраны для пищевого применения человеком и скармливания животным не только из-за их приятного вкуса или аромата, но и из-за фармакологических эффектов, которые обеспечиваются содержанием биологически активных веществ, продуцируемых определёнными видами растений. Фармакопея России включает в себя 83 отдельные монографии по растениям, которые описывают 119 видов (Shikov AN et al., 2017). Съедобные дикорастущие растения, которые включены в российскую фармакопею, имеют широкий спектр применения: отхаркивающее, мочегонное, вяжущее, кровоостанавливающее, желчегонное, противовоспалительное, тонизирующее, седативное, спазмолитическое, поливитаминное, кардиопротекторное, противоглистное и т. д. (Рогов И.А. и др., 2004).

Эксперты оценивают объём мирового рынка продуктов на основе лекарственных растений на 83 млрд долл. А рынок ФПП каждый год расширяется в значениях около 15-20 %. В зависимости от роста ФПП также наблюдался рост объёмов производства, которые за последние 5 лет были увеличены в 5 раз. Эксперты прогнозируют положительный рост российского рынка функциональных продуктов, который впоследствии может превышать значения в 350 млрд руб. к 2024 году. Развитие зависит от политик компаний, занимающихся развитием ФПП, и адаптации данной области рынка. Это также связано с тем, что лекарственные растения обладают широким спектром полезных свойств и не требуют сложнейших манипуляций обработкой для применения в продуктах питания. Были рассмотрены некоторые лекарственные растения, пользующиеся популярностью, такие как: шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis*), крапива (*nettle*), эвкалипт (*eucalyptus*) и другие (Асякина Л.К. и др., 2022).

Структуру рынка растительных экстрактов можно условно разделить на 5 категорий: масляные экстракты; докритические и сверхкритические CO₂-экстракты; сухие экстракты; водно-пропиленгликолевые экстракты; эмульсии и экстракт-концентраты. Больше всего используют масляные (49 %), докритические и сверхкритические CO₂-экстракты (35 %), что связано с большей концентрацией биологически активных веществ в них, чем в остальных видах препаратов в рамках «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года» (Новокрещенова И.В. и Гуляева Ю.Н., 2017).

Главным производителем на рынке функциональных продуктов является Япония (40 %), второе место отводится США – около 30 %, доля Европы – менее 30 %, Россия же занимает только 5 % от мирового рынка функциональных продуктов, что соотносится с производством отечественных продуктов на отдельных предприятиях и совместной работой предприятий с научными учреждениями. В настоящее время рынок функциональных продуктов питания в России претерпевает изменения и разделяется на 4 группы: продукты с использованием зерновых (хлебобулочные и кондитерские изделия), молочные продукты, продукты масложировой отрасли и безалкогольные напитки (Платонов В.Г. и Чернов Н.В., 2019).

В современной медицине наряду с антибиотиками особое место принадлежит фармацевтическим препаратам на основе лекарственного растительного сырья с биологически активными соединениями фенольной природы, обуславливающими антимикробное действие этих фитопрепаратов. Поиск новых, эффективных лечебно-профилактических пищевых добавок растительного происхождения является одним из актуальных направлений современной биотехнологии. Антиоксидантная активность трав и специй часто происходит от их фенольных соединений (корреляция общего количества фенолов и 2,2,1-дифенил-1-пикрилгидразида (*DPPH-RSA*) составила 0,90). Например, карнозиновая кислота как основной фенольный компонент листьев розмарина проявляет мощную антиоксидантную активность, часто более сильную, чем некоторые синтетические антиоксиданты (Быков В.А., 2016).

Остатки лекарств в продуктах питания могут привести к развитию устойчивых к антибиотикам бактерий, как у любого животного, так и у человека. Широкое применение антибиотиков у животных для стимулирования темпов роста, повышения эффективности кормов, а также для про-

филактики кишечных инфекций привело к развитию резистентных бактерий в желудочно-кишечном тракте. Авторы, проведя исследование, установили положительное влияние биологических добавок пробиотиков, фитобиотиков и их комбинации на показатели роста, микробную нагрузку и гематологические параметры у бройлеров (Ren H et al., 2019; Ferdous MF et al., 2019).

Mansilla FI с коллегами в своих исследованиях использовали различные кормовые добавки в качестве альтернатив антибиотикам, включая пробиотики, иммуностимуляторы, противомикробные препараты, антиоксиданты и биологически активные растительные соединения. Было выявлено, что растительные фитохимические производные (HPD) содержат различные антимикробные, противогрибковые и иммуностимулирующие соединения и имеют продуктивное действие (Mansilla FI et al., 2022).

Также было подтверждено, что некоторые растительные экстракты (такие как *Crina Ruminants*, *Fructus Ligustri Lucidi*, *Radix Astragali* и *Radix Codonopsis*) повышают эффективность ферментации рубца у крупного рогатого скота (Beauchemin KA and McGinn SM, 2006; Jahani-Azizabadi H et al., 2022). Телята, дополнительно получавшие смесь эфирных масел (эвкалиптовое масло, кристаллы ментола, масло мяты) с заменителем молока, продемонстрировали увеличение показателей роста и улучшение общего состояния здоровья, а также снижение использования антибиотиков перед отъёмом. Тем не менее, Zhao T и коллеги сообщали, что эфирные масла (смесь карвакрола, цинеола, циннамальдегида, масла перца) в заменителе молока (при 400 мг/кг заменителя молока) или дополненные в комбинации заменителя молока (200 мг/кг) и стартового корма (200 мг/кг) не влияли на показатели роста, фекалий и микробиоту кишечника молочных телят. Согласно Zhao T et al. с соавторами (2019) добавление растительных смесей увеличило среднесуточный прирост, потребление стартовых кормов и концентрацию β -гидроксипутират в сыворотке крови у молочных телят. Таким образом, помимо способа добавки (в жидком или твёрдом корме) на результаты влияет и тип растения, из которого получают экстракт. Кроме того, нагревание во время производства закваски может привести к окислению, испарению или конверсии вторичных соединений эфирных масел. Таким образом, фитобиотические добавки с жидким кормом могут улучшить питательные качества и его ожидаемые эффекты (Zhao T et al., 2019; Turek C and Stintzing FS, 2013).

Возникает необходимость в изучении органолептических, физико-химических, микробиологических и гигиенических показателей фитобиотиков на основе водно-этаноловых экстрактов лекарственных растений. Доказано, что массовая доля влаги в фитобиотиках на основе экстрактов лекарственных растений составляет от 5,5 до 9,3%. Массовая доля нерастворимых веществ в воде составляет от 1,2 до 4,25, что по физико-химическим параметрам соответствует значениям, указанным в нормативной документации. Из полученных данных следует, что КМАФАнМ составляют от $1,7 \cdot 10^4$ до $3,4 \cdot 10^4$ КОЕ/см³ (г), дрожжи и плесень (в общей сложности) составляют 5-9 КОЕ/г (см³). Установлено, что содержание свинца, меди, кадмия и цинка в фитобиотиках на основе экстрактов лекарственных растений не превышает значений, указанных в нормативной документации. Рекомендуется использовать фитобиотики на основе экстрактов лекарственных растений в качестве кормовой добавки для сельскохозяйственных животных и птицы (Kuralkar P and Kuralkar SV, 2021; Ulrich E, 2020).

Эфирные масла из цитрусовых, мяты перечной, тысячелистника и экстракт хвойных растений были протестированы на предмет их антимикробной, противовоспалительной и антиоксидантной активности в отношении патогенных бактерий. Однако влияние добавки фитобиотиков на прирост живой массы и здоровье варьируется в зависимости от дозировки и основных вторичных соединений (Mohammadhosseini M et al., 2017). Это подтверждено исследованиями Busquet M с коллегами (2006) при изучении влияния различных доз фитобиотиков (в 4, 8 и 12 мл/сут), добавляемых в цельное молоко, на показатели роста, ферментацию жвачных животных и бактериальную популяцию, а также биохимические и иммунологические параметры в сыворотке молочных телят (Calsamiglia S et al., 2007).

Растительные кормовые добавки, также известные как фитобиотики, показывают большие перспективы для компенсации дефицита важных биологически активных веществ в рационе. Гермивит способствовал улучшению биохимических и иммунологических показателей у телят. У коров наблюдалось повышение морфологических показателей крови, улучшался их иммунный статус, а телята рождались с высокими показателями естественной резистентности и здоровья. Гермивит положительно влиял на функциональное состояние крупного рогатого скота (Пирогов В.В. и Топурия Г.М., 2015; Topuria LY et al., 2021).

Биологически активные вещества растений, обладающие иммуностимулирующей активностью, способны подавлять патогенную микробиоту, оказывать антиоксидантное действие, улучшать усвояемость питательных веществ корма. Также установлена способность фитобиотиков улучшать химический состав и повышать биологическую ценность мяса. Кроме того, растительные препараты, которые часто содержат пробиотики, оказывают положительное влияние на микробиоту желудочно-кишечного тракта животных (Stefańska B et al., 2021). Включение фитобиотиков в рацион домашней птицы, коров, молодняка крупного рогатого скота и овец показало повышение их продуктивности (Wall EH et al., 2016; Brogna DMR et al., 2014; Kumar A et al., 2014), а также травяные кормовые добавки могут служить достойной заменой синтетическим препаратам, особенно антибиотикам. При выборе кормовых добавок предпочтение следует отдавать препаратам и биологически активным веществам, которые не загрязняют окружающую среду, не накапливаются в организме животного, способны быстро метаболизироваться, улучшают обмен веществ, положительно влияют на продуктивность животных и качество продукции животноводства (Simoni M et al., 2022).

Проведённое исследование Jing L. и соавторов (2014) было направлено на изучение влияния пробиотиков, фитобиотиков и их комбинация в качестве кормовых добавок, задаваемых в период до отъёма неонатальным телятам на показатели здоровья, продуктивность и метаболический статус телят. Телята опытные имели более высокую массу тела в 28 день ($P=0,021$) и 56 ($P=0,015$) по сравнению с контрольной группой. Включение комбинации пробиотиков и фитобиотиков в качестве кормовой добавки оказало значительное благотворное влияние на среднесуточный прирост, общее потребление сухого вещества ($P\leq 0,05$) в течение экспериментального периода. Кроме того, у телят опытных групп было меньшее количество паразитарных ооцист/кист на грамм кала на d 28 ($P=0,021$), а процент инфицированных *Cryptosporidium* телят был ниже на d 28 ($P=0,025$) и 56 ($P=0,019$). У опытных телят было более высокое общее количество летучих жирных кислот ($P\leq 0,05$), бактерий и простейших ($P\leq 0,001$) (Jing L et al., 2014).

Растущей проблемой в отношении использования антибиотиков у мясных животных является отбор бактериальных сообществ, которые более устойчивы к антибиотикам, что создаёт угрозу для здоровья потребителей и негативное воздействие на окружающую среду. Растущая обеспокоенность по поводу передачи устойчивости к противомикробным препаратам людям через пищевую цепь или экологические пути привела к необходимости сокращения их использования и поиска альтернатив. После запрета антибиотиков в кормах европейским законодательством в 2006 году снижение их использования позволило снизить распространённость резистентных кишечных бактерий. Поэтому использование антибиотиков в качестве усилителей роста в рационах скота становится с широко распространёнными запретами во многих странах (Черкашина Н.В. и др., 2011).

Среди стратегий замены антибиотиков использование кормовых добавок благоприятно влияет на прирост и благополучие животных, особенно через модуляцию кишечной микробиоты, что побудило к большому количеству исследований таксономического состава микрофлоры. Кроме того, другие положительные эффекты фитобиотиков в качестве альтернативы кормовым добавкам включают улучшение потребления сухого вещества и эффективности конверсии корма, увеличение использования питательных веществ и производственных показателей, а также снижение производства метана, тем самым сводя к минимуму потери энергии, общий рост, укрепление здоровья и производство мяса и молока у жвачных животных (Zhao T et al., 2019).

Животноводство неотделимо от питания и здоровья потребителя, а кишечные патогены животных, такие как *Campylobacter*, *Salmonella*, *Listeria* и *Yersinia* являются прямым источником загрязнения пищевых продуктов и причиной зоонозов. Поэтому внедряются новые методы животноводства, направленные на повышение качества и безопасности мяса с учётом благополучия животных и бережного отношения к природной среде (Olagaray KE et al., 2019).

Интенсификация животноводства может быть связана с несколькими управленческими, экологическими и пищевыми стрессорами, которые повышают восприимчивость животных к болезням (Fernandez-Novo A et al., 2020). Тем не менее, использование антибиотиков в рационах скота в качестве стимуляторов роста или для уменьшения дисфункций рубца ограничено, что привело к набору и изучению новых натуральных кормовых добавок для улучшения роста и эффективности корма. Следовательно, существует интерес к тестированию природных биологически активных соединений, способных выражать противовоспалительную и антиоксидантную активность для улучшения здоровья и производительности скота, а также для улучшения качества продукта (Tsiplakou E et al., 2021). Биологически активные соединения могут быть связаны с минералами и витаминами, которые потенциально усиливают их действие (Manuelian CL et al., 2021).

Лекарственное растение шлемник байкальский (*Scutellaria baicalensis*).

В последнее время китайские лекарственные травы привлекают внимание многих исследователей как возможные источники природных биологически активных соединений при выращивании животных. Корни шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*) традиционно используются в китайской фитотерапии для лечения заболеваний печени и лёгких, гипертонии, острых респираторных инфекций, острого гастроэнтерита, детской диареи и многого другого. Биологически активными соединениями, выделенными из этого растения, являются флавоноиды, терпеноиды, летучие жирные кислоты, масла и полисахариды, которые проявляют много активности и влияют на иммунную систему и защиту печени (Zhao T et al., 2019).

Высушенный корень шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*) известен в Китае как «Хуан (黄) Цинь (芩)» (что означает золотая трава), и был впервые зарегистрирован в *Shennong Bencaojing* (Классика фитотерапии) примерно в 200 году нашей эры (Zhao Q et al., 2016; Shang X et al., 2010). Потенциальная лекарственная активность *Scutellaria baicalensis* была впервые зарегистрирована в *Bencao Gangmu* (Compendium of Materia Medica), опубликованном в 1593 году (Pei T et al., 2022).

Высота растения достигает 150 см. Соцветия – колосовидные, рыхлые, длиной до 30 см. Чашечка – фиолетовая, венчик – кремовый, голубовато-белый или голубовато-лиловый. Листья – яйцевидные, крупнозубчатые, длиной 5-15 см. (Пичугин В.С., 2012; Georgieva Y et al., 2021). Прицветные листья – около 0,6 см длины, сидячие, цельнокрайние. Стебли – прямостоячие, четырёхгранные. Плод – ценобий, распадающийся на 4 орешкообразных эрема. Плоды созревают в июле-августе. Растёт в редких лесах, среди кустарников, на луговых склонах, берегах водоёмов до среднегорного пояса. Предпочитает лёгкую полутень, влаголюбив, засухоустойчив, морозостоек. В РФ данный вид произрастает на юге европейской части, в Предкавказье, в Крыму, на Южном Урале. Встречается во многих областях Средней полосы России (Соколов А.С. и Соколова Л.А., 2014; Дудецкая Н.А. и др., 2010; Гребенникова О.А. и др., 2015).

В последнее время возобновился интерес к изучению шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*) в связи с его высокой лечебной ценностью. Основными активными соединениями являются байкалин, байкалеин, вогонозид и вогонин (*baicalein*, *baicalin*, *wogonoside* и *wogonin*), дубильные вещества, эфирное масло, смолы. Они могут действовать как жаропонижающие, обезболивающие, противовоспалительные, антиаллергенные, противомикробные, противоопухолевые средства, имеют антибактериальные, противовирусные, антиоксидантные, антигипертензивные и гепатопротекторные эффекты при индивидуальной оценке. Huang S-T (2010) говорит о потенциальном благотворном влиянии всего растения на организм животных. Биологически активные вещества также обладают такими характеристиками, как безопасность, экологическая чистота и отсутствие устойчивости к лекарствам. *S. baicalensis* и его экстракты могут эффективно повышать

продуктивность скота и лечить многие заболевания животных, такие как мастит, диарея и др. (Губанов И.А. и др., 2004; Shin HS et al., 2014).

Шлемник байкальский Георги (*Scutellaria baicalensis Georgi*) — растение рода *Lamiaceae*, и его корень — основная часть, используемая в качестве лекарства. Это – многолетнее растение, принадлежащее к семейству Яснотковые (*Lamiaceae*). Содержит различные флавоны, фенилетаноиды, аминокислоты, стерины и эфирные масла. Его высушенные корни содержат более 30 видов флавоноидов, таких как 7-О-глюкуронид, ороксилан А, ороксилан А 7-О-глюкуронид и другие (Белашова О.В. и др., 2020; Zhou Y et al., 1997). Байкалин является наиболее распространённым компонентом и обладает большим количеством положительных эффектов, а также свободнорадикальными эффектами (Каримов А.М. и др., 2018; Кудрявцев И.А. и др., 2008; Wang Z-L et al., 2018). Это лекарственное растение широко распространено в Китае, России, Монголии, Северной Корее и Японии.

Ещё один компонент шлемника – вогонин обладает селективным цитотоксическим действием: способен индуцировать апоптоз онкогенных клеток, не затрагивая при этом обычные клетки; стимулирует регенерацию тканей после повреждений мозга; проявляет антифунгальную активность. Вогонизиды оказывают противовоспалительное действие. Есть публикации о том, что получаемый из шлемника байкальского байкалин обладает гепатопротекторным, радиопротекторным и геропротекторными свойствами (Dong LL et al., 2011).

Настой травы шлемника высочайшего обладает отхаркивающим, седативным, вяжущим, гемостатическим и мочегонным действием, применяется при кашле, отеках, гипертонии. Микроскопический анализ позволяет идентифицировать данное лекарственное растительное сырье среди близкородственных видов или примесей. Ранее для растений рода *Scutellaria L.* проводились исследования анатомического строения травы шлемника обыкновенного и шлемника байкальского (Пиранер Е.Г. и Бузук Г.Н., 2015; Оленников Д.Н. и др., 2009).

Текущие исследования подтвердили многочисленные традиционные способы использования *Scutellaria baicalensis*. Однако необходимо также дальнейшее изучение лекарственнообразующих свойств и фармакокинетики активных компонентов шлемника байкальского, а также установление стандартов контроля качества для разных участков растения, проведение исследований на клеточном и молекулярном уровнях (Грязнов М.Ю. и Савченко О.М., 2022).

Кроме того, рассматривалось изучение эффективности байкалина *in vitro* и *in vivo* при лечении воспалительных заболеваний кишечника животных (Wang X et al., 2022).

Scutellaria baicalensis является источником биоактивных соединений и был протестирован на моногастричных животных, проявляя множество иммуностимулирующих и гепатозащитных свойств. Однако в литературе отсутствует информация о влиянии *S. baicalensis* на продуктивность и состояние здоровья мясного скота (Bovov PI and Coll J, 2015).

Шлемник (*Scutellaria baicalensis*) широко используется в качестве диетического ингредиента и традиционной фитотерапии благодаря своим противовоспалительным и противораковым свойствам. Yang R совместно с коллегами (2020) исследовали противоаллергические эффекты шлемника и его активных соединений, сосредоточив внимание на ответах, опосредованных Т-клетками *ex vivo* и *in vivo*. Спленоциты мышей, сенсibilизированных овальбумином (*OVA*), выделяли для анализа продукции цитокинов и жизнеспособности клеток. Мышам, сенсibilизированным *OVA*, перорально вводили шлемник или вогонин в течение 16 дней, а затем измеряли уровни иммуноглобулина (*Ig*) и цитокинов с помощью твердофазного иммуноферментного анализа. Лечение шлемником значительно ингибировало продукцию интерлейкина (*IL*)-4 без снижения жизнеспособности клеток. Причём вогонин, а не байкалин и байкалеин, улучшал продукцию ИЛ-4 и гамма-интерферона. Вогонин как активный компонент шлемника может применяться в качестве терапевтического средства при IgE- и ИЛ-5-опосредованных аллергических заболеваниях (Yang R et al., 2020; Shin HS et al., 2013).

Scutellaria baicalensis Georgi (тюбетейка) широко используется в качестве диетического ингредиента. Исследование выявило новую функцию шлемника, связанную с механизмом его про-

никновения в эпителиальные клетки кишечника. Монослой кишечных эпителиальных клеток Caco-2 использовали для оценки ингибирующего действия шлемника на проникновение овальбумина (*OVA*) путём измерения трансэпителиального электрического сопротивления (*TEER*) и количества проникшего *OVA*. *TEER* увеличивался, а поток *OVA* уменьшался дозозависимым образом за счет повышающей регуляции белков, связанных с плотными контактами, в клетках, инкубированных с увеличивающимися концентрациями экстракта шлемника. В исследовании *in vivo* количество *OVA* из перорально принятого белка снижалось при введении экстракта шлемника. Zhao T с коллегами (2019) выявили, что активным компонентом экстракта шлемника для ингибирования проникновения *OVA* является байкалеин. Эти результаты показали, что экстракт шлемника может ослаблять пищевую аллергическую реакцию, ингибируя проникновение аллергена *in vitro* и *in vivo* (Zhao T et al., 2019).

Рецепты традиционной китайской медицины (ТКМ) или ГАМК, защищённые от рубца (*RP-GABA*), могут эффективно облегчить тепловой стресс (*HS*) у крупного рогатого скота, но совместное влияние лекарственных растений и защита их от рубцового пищеварения на стресс у крупного рогатого скота полностью не выяснено. В результате проведённого исследования Jian Chen и соавторами было выявлено, ТКМ или ГАМК могут эффективно смягчать реакцию ГС у мясного скота за счет улучшения антиоксидантной способности, параметров сыворотки и экспрессии, в то время как их комбинация оказывает синергетический эффект на облегчение ГС (Chen J et al., 2021).

Количественное и качественное определение фармацевтических компонентов имеет решающее значение на всех этапах открытия лекарств. Биологические анализы в поддержку ADME (абсорбция, распределение, метаболизм и экскреция), фармакокинетические и токсикокинетические исследования имеют решающее значение в процессах выбора и оптимизации лекарств. Для количественного определения активных компонентов *S. baicalensis* в различных матрицах используются различные методы сепарации. Эти методы включают высокоэффективную жидкостную хроматографию (ВЭЖХ), высокоскоростную противотоковую хроматографию (*HSCCC*), тонкослойную хроматографию (*TLC*), капиллярный электрофорез (*CE*) и мицеллярную электрокинетическую капиллярную хроматографию (*MEKC*). Были показаны химические структуры шести активных компонентов *S. baicalensis*. В эксперименте изучались методы разделения, обнаружения и идентификации, используемых для этих активных компонентов в различных типах образцов (Su H et al., 2020).

Исследования фармакологической деятельности *S. baicalensis* были сосредоточены главным образом на большом количестве специализированных корнеспецифических флавонов (*RSF*), таких как байкалеин, вогонин и их гликозиды байкалин и вогонозид. У этих *RSF* отсутствует 4'-ОН группа на их В-кольцах (4'-дезоксирSF) по сравнению с более типичными 4'-гидроксифлавонами, такими как скутеллареин, который широко распространен в воздушных тканях *S. baicalensis*. 4'-дезоксирSF обеспечивают наибольшую пользу для здоровья у *S. baicalensis* и, в частности, демонстрируют широкий спектр противоопухолевой активности (Shin HS et al., 2014; Liu H et al., 2021).

Флавоноиды представляют собой большую группу специализированных метаболитов растений, и их биосинтетические пути могут развиваться независимо путем конвергентной эволюции, что приводит к производству этих специализированных биологически активных флавонов у широко расходящихся видов растений (Wen W et al., 2020). 4'-дезоксирSF имеют таксон-специфическое распределение и также встречаются спорадически у видов за пределами рода *Scutellaria*, но в отряде *Lamiales*, таких как *Andrographis paniculate*, *Oroxylum indicum* и *Plantago major* (Li W et al., 2007). Они также были зарегистрированы в *Anodendron affine* и *Cephalocereus senilis* за пределами отряда *Lamiales*. В последние годы, используя преимущества недавно разработанных технологий геномного секвенирования, были опубликованы высококачественные эталонные последовательности генома для *S. baicalensis*. Это были первые сборки генома с разрешением на уровне хромосом, опубликованные для членов семейства *Lamiaceae*. Основываясь на геномной информации, был достигнут заметный прогресс в выяснении биохимических функций и эволюционных путей генов,

кодирующих биосинтетические ферменты, участвующие в метаболизме байкалеина и вогонина у *S. baicalensis* (Zhao Q et al., 2016; Zhao T et al., 2019; Xu Z et al., 2020).

Некоторые данные указывают на то, что *S. baicalensis* у жвачных животных может взаимодействовать с экологией рубца, изменяя микробиом рубца, то есть увеличивая распространённость типа *Firmicutes*, класса *Clostridia* и семейства *Ruminococcaceae* (Yausheva EV et al., 2019), что предполагает возможное влияние на усвояемость рациона. В недавней литературе сообщается, что флавоноиды, как мощные противомикробные препараты, могут увеличить выработку жвачных летучих жирных кислот, одновременно уменьшая производство аммиака и метана (Kalantar M, 2018), однако результаты *in vitro* не всегда были последовательными. Диетическая долгосрочная добавка (60 d) с экстрактом *S. baicalensis* снижала количество соматических клеток и увеличивала надои молока у коров ранней лактации. Тем не менее, было проведено мало исследований на жвачных животных (Olagaray KE et al., 2019). Таким образом, биодоступность *S. baicalensis* и его влияние на продуктивность, здоровье и метаболический профиль должны быть дополнительно изучены в ходе испытаний *in vivo*, особенно на мясном скоте, где, насколько нам известно, только одно исследование тестировало *S. baicalensis* (Shin HS et al., 2013). Это исследование продемонстрировало положительное влияние смеси трав, включая *S. baicalensis*, на усвояемость и показатели роста у мясного скота при оценке в условиях теплового стресса.

В целом китайские травы, содержащие большое количество белков, углеводов, витаминов, липидов и минералов, могут играть важную роль в повышении привеса живой массы и изменении физиологической функции животных. Лекарственные растения могут модулировать врождённый иммунный ответ и непосредственно инициировать активацию врождённых защитных механизмов, действующих на рецепторы, и запускающих внутриклеточную активацию генов, что приведет к выработке антимикробных молекул. Вспышки заболеваний в коммерческой аквакультуре могут быть предотвращены путём повышения врождённого и адаптивного иммунитета при применении растительных экстрактов (Кабашникова Л.Ф., 2018).

Рост рынка должен быть направлен на обеспечение полноценного питания, профилактику заболеваний, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения, стимулирование развития производства. Известна добавка, имеющая антиоксидантные свойства, на основе шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis*) для добавления в мясные, колбасные, фаршевые и другие продукты питания для увеличения их сроков хранения. Данный продукт содержит в себе натуральный растительный антиоксидант в виде сухого порошкообразного экстракта шлемника байкальского. Данное изобретение отличается простотой и доступностью (Milentyeva IS et al., 2023). Изучено противомикробное действие экстрактов из каллуса шлемника обыкновенного с перспективой использования в рецептуре функционального творожного продукта для лечебно-профилактического действия. Изучение антимикробной активности проводили в соответствии с требованиями Государственной Фармакопеи XI издания. Антимикробную активность определяли по отношению к 15 тест-культурам методом диффузии в агар (Куркин В.А., 2013).

Предпосылкой исследования антибактериальной активности извлечений из данного растения явились сведения о химическом составе и использовании в медицине родственного вида – шлемника байкальского. Шлемник байкальский официально введён в научную медицину, но имеет ограниченный ресурсный потенциал. Его промышленная заготовка осуществляется только в Читинской области. Настойка корней *Scutellaria baicalensis* Georgi применяется в качестве гипотензивного и седативного средства. Шлемник обыкновенный (*Scutellaria galericulata* L.) широко распространён на всей территории РФ, что делает его перспективным в ресурсоведческом отношении. Основными биологически активными веществами двух видов шлемника является комплекс полифенольных соединений (флавоноидов, фенолкарбоновых кислот и дубильных веществ). Трава *S. galericulata* применяется в качестве седативного средства и включена в Британскую Травяную Фармакопею (Дудецкая Н.А. и др., 2010). Наиболее перспективным направлением исследований является биохимическое сравнительное изучение содержания биологически активных веществ у родственных видов шлемника.

Были получены извлечения из биомассы каллусных клеток *Scutellaria galericulata* L. путём экстракции спиртом этиловым 40 % с использованием метода однократной мацерации. Гликозид байкалин (образец извлечения 17) – одно из наиболее перспективных фитохимических соединений, комплексно улучшающих работу организма. Это вещество при регулярном приёме повышает умственную и физическую работоспособность, позволяет легче преодолевать стресс, обладает антиоксидантным, мембраностабилизирующим, нефропротекторным, гепатозащитным и противосудорожным действием, оказывает седативный и миорелаксанта́ный эффекты, способствует расширению сосудов, уменьшению окислительного стресса, апоптоза и воспаления, нормализации функции почек, может препятствовать развитию возрастных нейродегенеративных заболеваний (Milentyeva IS et al., 2023).

Изучаемые образцы извлечённого байкалина и вогонина проявляли бактериостатическое действие, а экстрагирование сапонина урсоловой кислоты не влиял на рост *Escherichia coli* – представителя нормальной микрофлоры кишечника, тем самым способствуя сохранению эубиоза кишечника человека. Таким образом, выявленное антимикробное действие спиртовых добытых образцов (байкалина и вогонина) из каллуса шлемника обыкновенного позволяет рекомендовать их для дальнейшего детального изучения с целью создания перспективных антимикробных средств на основе других видов биологической активности – противовоспалительной, ранозаживляющей и др. Предлагается в дальнейшем использовать культивирование в условиях *in vitro* корней шлемника обыкновенного и особенно быстро растущей каллусной ткани *Scutellaria galericulata* L. с выраженным содержанием флавонов для биотехнологического производства нового функционального творожного продукта с использованием концентратов байкалина и вогонина из каллуса шлемника обыкновенного для лечебно-профилактических целей. Показаниями к его профилактическому использованию может служить ослабленный иммунитет (Белашова О.В. и др., 2020).

Не последнее место при разведении лекарственных растений занимают и соображения экологической безопасности, что подводит нас к мысли о необходимости изучения не только фармакопейных свойств растения, но и декоративных в составе ассортимента цветников и рокариев (Акилова Е.А. и др., 2017). И в этом случае необходимо учитывать и устойчивость растений к погодно-климатическим факторам района выращивания (Филипчук О.Д. и др. 2017).

Заключение.

В данной статье постарались предоставить систематический и всесторонний обзор традиционного использования, ботаники, фитохимии, фармакологии, фармакокинетики и токсикологии лекарственных растений, в том числе шлемника байкальского. В нашем обзоре рассматривается возможность использования фитобиотических добавок в качестве альтернативы обычным противомикробным препаратам (антибиотикам), а также стимуляции рубцового пищеварения. Кроме того, также обсуждаются возможные направления развития и перспективы будущих исследований этого лекарственного растения.

Список источников

1. Акилова Е.А., Воложанина М.Ю., Карпухин М.Ю., Коллекционный стиль цветника // Молодежь и наука. 2017. № 6. С. 8. [Akilova EA, Volozhanina MJu, Karpuhin MJu. Kollekcionnyj stil' cvetnika. Molodezh' i nauka. 2017;6:8. (In Russ.)].

2. Анализ современного состояния проблемы использования антибиотиков в качестве кормовой добавки / Н.В. Черкашина, Л.И. Дроздова, В.Л. Махортов, П.Г. Васильев, М.Г. Щербаков, Л.В. Демина, А.А. Ильязов, М.С. Сирик // Аграрный вестник Урала. 2011. № 3(82). С. 39-42. [Cherkashina NV, Drozdova LI, Makhortov VL, Vasilev PG, Dyomina LV, Sherbakov MG, Ilyazov AA, Sirik MS. Analysis of the current state of the problem of use of antibiotics as feed additive. Agrarian Bulletin of the Urals. 2011;3(82):39-42. (In Russ.)].

3. Белякова Т.Н., Печуркина Д.С. Функциональные продукты как тренд XXI века // Молочная промышленность. 2020. № 2. С. 46-47. [Belyakova TN, Pechurkina DS. Functional products as a 21st century trend. Dairy Industry. 2020;2:46-47. (In Russ.)].
4. Быков В.А. Растительное биоразнообразие и здоровье человека // Вестник Российской академии наук. 2016. Т. 86. № 6. С. 553. [Bykov VA. Plant biodiversity and human health. Vestnik Rossijskoj akademii nauk. 2016;86(6):553. (In Russ.)]. doi: 10.7868/S0869587316060165
5. Гребенникова О.А., Палий А.Е., Логвиненко Л.А. Биологически активные вещества *Scutellaria Baicalensis* Georgi коллекции Никитского ботанического сада // Бюллетень государственного Никитского ботанического сада. 2015. № 117. С. 60-66. [Grebennikova OA, Paliy AYe, Logvinenko LA. Biologically active substances of *Scutellaria Baicalensis* Georgi of Nikita botanical gardens collection. Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. 2015;117:60-66. (In Russ.)].
6. Грязнов М.Ю., Савченко О.М. Биологические особенности *Scutellaria altissima* L. в условиях культуры в Нечерноземной зоне России // Вестник КрасГАУ. 2022. № 7(184). С. 109-115. [Gryaznov MYu, Savchenko OM. Biological features of *Scutellaria altissima* L. under culture conditions in the Non-black Soil Zone of Russia. Bulliten KSAU. 2022;7(184): 109-115. (In Russ.)]. doi: 10.36718/1819-4036-2022-7-109-115
7. Дудецкая Н.А., Теслов Л.С., Анисимова Н.А. Флавоноидный состав видов рода *Scutellaria* (Lamiaceae) флоры России // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46. № 2. С. 159-174. [Dudetskaya NA, Teslov LS, Anisimova NA. Flavonoid composition in species of *Scutellaria* (Lamiaceae) from Russian flora. Rastitelnye Resursy. 2010;46(2):159-174. (In Russ.)].
8. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Том 3: Покрытосеменные (двудольные: раздельнолепестные) / И.А. Губанов и др. // М.: Т-во научных изданий КМК, Ин-т технологических исследований, 2004. 520 с. [Gubanov IA, et al. Ilyustrirovannyj opredelitel' rastenij Srednej Rossii. Tom. 3: Pokrytosemennye (dvudol'nye: razdel'nolepestnye). Moscow: T-vo nauchnyh izdanij KMK, In-t tehnologicheskikh issledovanij; 2004: 520 p. (In Russ.)].
9. Исследование флавоноидов корней *Scutellaria Intermedia* Popov / А.М. Каримов, А.С. Попков, Ю.В. Остроушко, Р.И. Туртаева, Э.Х. Ботиров // Химия растительного сырья. 2018. № 4. С. 89-94. [Karimov AM, Popkov AS, Ostroushko YV, Turtaeva RI, Botirov EKh. Investigation of flavonoids of the root of the plant *Scutellaria Intermedia* Popov. Khimija Rastitel'nogo Syr'ja. 2018;4:89-94. (In Russ.)]. doi: 10.14258/jcprm.2018043728
10. Кабашникова Л.Ф. Молекулярные механизмы взаимодействия растений и фитопатогенов: врожденный иммунитет // Журнал Белорусского государственного университета. Экология. 2018. № 2. С. 26-37. [Kabashnikava LF. Molecular mechanisms of plants and phytopathogens interaction: innate immunity. Journal of the Belarusian State University. Ecology. 2018;2:26-37. (In Russ.)].
11. Каледина М.В. Получение пребиотических компонентов для кормовых и пищевых добавок // Инновационные решения в аграрной науке – взгляд в будущее: материалы XXIII междунар. науч.-произв. конф., (Майский, 28-29 мая 2019 г.). Майский: БГАУ им. В.Я. Горина, 2019. С. 13-15. [Kaledina MV. Poluchenie prebioticheskikh komponentov dlja kormovyh i pishhevyyh dobavok (Conference proceedings) Innovacionnyye reshenija v agrarnoj nauke – vzgljad v budushhee: materialy XXIII mezhhdunar. nauch.-proizv. konf., (Majskij, 28-29 maja 2019 g.). Majskij: BGAU im. Gorina VJa; 2019:13-15. (In Russ.)].
12. Калугина З.И. Рыночная трансформация аграрного сектора России: социологический дискурс. Новосибирск: ИЭОПП СО РАН, 2015. 341 с. [Kalugina ZI. Rynochnaja transformacija agrarnogo sektora Rossii: sociologicheskij diskurs. Novosibirsk: IEOPP SO RAN; 2015: 341. (In Russ.)].
13. Куркин В.А. Ботанико-фармакогностическая характеристика лекарственного растительного сырья // Modern Phytomorphology. 2013. Т. 4. С. 249-252. [Kurkin VA. Botanical-pharmacognostical characteristics of herbal drugs. Modern Phytomorphology. 2013;4:249-252. (In Russ.)].
14. Новокрещенова И.В., Гуляева Ю.Н. Анализ современных технологий масляных экстрактов // Инновации в здоровье нации: сб. материалов V Всерос. науч.-практ. конф. с междунар.

участием, (г. Санкт-Петербург, 08-09 нояб. 2017 г.). СПб.: Изд-во СПХФА, 2017. С. 296-299. [Novokreschinova IV, Gulyaeva YuN. Analiz sovremennyh tehnologij masljanyh jekstraktov (Conference proceedings) National healthcare innovations: collection of materials of V All-Russian scientific-practical conference with international participation (g. Sankt-Peterburg, 08-09 nojab. 2017 g.). Sanct-Peterburg.: Izd-vo SPHFA; 2017:296-299. (*In Russ.*)].

15. Оленников Д.Н., Чирикова Н.К., Танхаева Л.М. Фенольные соединения шлемника байкальского (*Scutellaria baicalensis* Georgi) // Химия растительного сырья. 2009. № 4. С. 89-98. [Olennikov DN, Chirikova NK, Tankhaeva LM. Fenol'nye soedinenija shlemnika bajkal'skogo (*Scutellaria baicalensis* Georgi). *Khimija Rastitel'nogo Syr'ja*. 2009;4:89-98. (*In Russ.*)].

16. Определение антибактериальной активности флавоноидов из каллуса *Scutellaria galericulata* L. для разработки функционального творожного продукта / О.В. Белашова, А.В. Заушинцева, Л.А. Леванова, Ю.В. Захарова, А.А. Марьин, Л.К. Асякина // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2020. Т. 82. № 1(83). С. 178-182. [Belashova OV, Zaushintseva AV, Levanova LA, Zakharova YV, Mar AA, Asyakina LK. Determination of the antibacterial activity of flavonoids from callus *Scutellaria galericulata* L. for the development of a functional curd product. *Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies*. 2020;82.1(83):178-182. (*In Russ.*). doi: 10.20914/2310-1202-2020-1-178-182

17. Особенности ростмодулирующего действия ингибиторов метаболизма арахидоновой кислоты на перевиваемые опухоли мышей с разным профилем синтезируемых эйкозаноидов в опухолевой ткани / И.А. Кудрявцев, О.М. Павлова, М.В. Гудкова, А.Е. Орешкин, Н.В. Мясищева // Вестник РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН. 2008. Т. 19. № 2(72). С. 15-21. [Kudryavtsev IA, Pavlova OM, Gudkova MV, Oreshkin AE, Myasisheva NV. Characteristics of growth modulation effects of arachidonic acid metabolism inhibitors on mouse transplantable tumors with different profiles of synthesized eicosanoids in tumor tissue. *Jornal of N. N. Blokhin Russian Cancer research center RAMS*. 2008;19(2-72):15-21. (*In Russ.*)].

18. Перспективы применения растений Сибирского федерального округа в производстве продуктов питания функционального назначения / Л.К. Асякина и др. // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия «Пищевые и биотехнологии». 2022. Т. 10. № 4. С. 5-7. [Asyakina LK et al. Prospects for using Siberian federal district plants in the production of functional food products. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology*, 2022;10(4):5-17. (*In Russ.*). doi: 10.14529/food220401

19. Пиранер Е.Г., Бузук Г.Н. Изучение микроскопических признаков травы шлемника обыкновенного // Вестник фармации. 2015. № 3(69). С. 46-49. [Piraner YG, Buzuk GN. Study of microscopic evidence of *Scutellaria Galericulata* herb. *Vestnik farmacii*. 2015;3(69):46-49. (*In Russ.*)].

20. Пирогов В.В., Топурия Г.М. Изучение влияния гермивита на некоторые показатели ферментативного обмена у бычков // Вестник Брянской государственной сельскохозяйственной академии. 2015. № 2-1. С. 28-31. [Pirogov VV, Topuriya GM. Izuchenie vlijanija germivita na nekotorye pokazateli fermentativnogo obmena u bychkov. *Vestnik Brjanskoj gosudarstvennoj sel'skhozajstvennoj akademii*. 2015;2-1:28-31. (*In Russ.*)].

21. Пичугин В.С. *Scutellaria altissima* L. во флоре Крыма, распространение и морфология // Бюллетень Государственного Никитского ботанического сада. 2012. № 105. С. 17-20. [Pichugin VS. *Scutellaria Altissima* L. in the Crimean flora, distribution and morphology. *Bull. of the State Nikit. Botan. Gard*. 2012;105:17-20. (*In Russ.*)].

22. Пищевой продукт, содержащий антиоксидант из экстракта шлемника байкальского: пат. 2228673 Рос. Федерация / И.А. Рогов и др. Заявл. 20.06.2003; опубли. 20.05.2004. [Rogov IA et al. Antioxidant-containing food product from Baikal scull-cap extract: pat. 2228673 Ros. Federatsiya. Zayavl. 20.06.2003; opubl. 20.05.2004. (*In Russ.*)].

23. Платонов В.Г., Чернов Н.В. Рынок функциональных пищевых продуктов // Научные записки ОрелГИЭТ. 2019. № 2(30). С. 21-24. [Platonov VG, Chernov NV. Functional foodstuffs market. *Scientific Journal of OrelSIET*. 2019;2(30):21-24. (*In Russ.*)].

24. О ферме легко и понятно. ФАРММЕДПРОМ. Постановление Правительства РФ от 29.12.2021 № 2544 «Развитие фармацевтической и медицинской промышленности». <https://pharmedprom.ru/news/plan-razvitiya-rossiiskoi-farmotrasli-farma-2030-gotov/> [O farme legko i ponyatno. FARMMEDPROM. [Internet] Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 29.12.2021 № 2544 «Razvitie farmatsevticheskoi i meditsinskoi promyshlennosti». Available from: <https://pharmedprom.ru/news/plan-razvitiya-rossiiskoi-farmotrasli-farma-2030-gotov/> [cited 2023 June 6].

25. Реализация адаптивной защиты растений от вредных организмов в условиях санаторно-курортной зоны / О.Д. Филипчук, А.П. Глинушкин, С.Г. Жемчужин и др. // Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017. № 10(70). С. 269-273. [Filipchuk OD, Glinushkin AP, Zhemchuzhin SG et al. Implementatation of adaptive plant protection from pests in the conditions of sanatorium-resort zone. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017;10(70): 269-273. (In Russ.)]. doi: 10.18551/rjoas.2017-10.38

26. Соколов А.С., Соколова Л.А. О новых и наиболее редких видах тамбовской флоры. Сообщение 4 // Вестник Тамбовского университета. Серия: Естественные и технические науки. 2014. Т. 19. № 3. С. 1035-1043. [Sokolov AS, Sokolova LA. About new and the most rare species of Tambov region flora. Report four. Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences. 2014;19(3):1035-1043. (In Russ.)].

27. Фитобиотики как альтернатива антибиотикам в животноводстве (обзор) / В.А. Рязанов, М.Я. Курилкина, Г.К. Дускаев, В.М. Габидулин // Животноводство и кормопроизводство. 2021. Т. 104. № 4. С. 108-123. [Ryazanov VA, Kurilkina MYa, Duskaev GK, Gabidulin VM. Phytobiotics as an alternative to antibiotics in animal husbandry (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):108-123. (In Russ.)]. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-108

28. Фитотерапия респираторных заболеваний: современные возможности / Х.М. Вахитов и др. // Практика педиатра. 2017. № 5. С. 6-9. [Vakhitov KhM, et al. Fitoterapija respiratornyh zabolevanij: sovremennye vozmozhnosti. Pediatrician's Practice. 2017;(5):6-9. (In Russ.)].

29. Чирикова Н.К., Оленников Д.Н. Микроскопическое исследование травы шлемника байкальского // Фармация. 2009. № 3. С. 16-19. [Chirikova NK, Olennikov DN. Microscopic study of Baikal skullcap (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) herb. Pharmacy. 2009;3:16-19. (In Russ.)].

30. Abdikerimova G, Moldabekov B. The role of animal husbandry in the sustainable development of agriculture for food security and nutrition. Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft. 2021;11-2:4-7. doi: 10.24412/2701-8369-2021-11-2-4-7

31. Akbarian-Tefaghi M, Ghasemi E, Khorvash M. Performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves fed starter mixtures supplemented with herbal plants, essential oils or monensin. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2018;102(3):630-638. doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12842>

32. Beardsworth A, Bryman A, Keil T, et al. Women, men and food: The significance of gender for nutritional attitudes and choices. British food Journal. 2002;104(7):470-491. doi: 10.1108/00070700210418767

33. Beauchemin KA, McGinn SM. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil¹. Journal of Animal Science. 2006;84(6):1489-1496. doi: 10.2527/2006.8461489x

34. Biernasiak J, Śliżewska K, Libudzisz Z. Negatywne skutki stosowania antybiotyków. Postępowanie Nauk Rol. 2010;62(3):105-117.

35. Bozov PI, Coll J. *neo*-Clerodane diterpenoids from *Scutellaria altissima*. Nat Prod Commun. 2015;10(1):13-16.

36. Brogna DMR, Tansawat R, Cornforth D, Ward R, Bella M, Luciano G, Priolo A, Villalba J. The quality of meat from sheep treated with tannin- and saponin-based remedies as a natural strategy for parasite control. Meat Science. 2014;96(2 Part A):744-749. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.019>

37. Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C. Screening for effects of plant extracts and active compounds of plants on dairy cattle rumen microbial fermentation in

a continuous culture system. *Anim Feed Sci Technol.* 2006;123-124 (Part 2):597-613. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.03.008>

38. Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo PW, Castillejos L, Ferret A. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J Dairy Sci.* 2007;90(6):2580-2595. doi: 10.3168/jds.2006-644

39. Chen J, Mao Y, Guo K, Wu H, Song X, Qu M, Lan L, Luo J. The synergistic effect of traditional Chinese medicine prescription and rumen-protected γ -aminobutyric acid on beef cattle under heat stress. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2021;105(5):807-815. doi: 10.1111/jpn.13507

40. Dong P, Zhang Y, Gu J, Wu W, Li M, Yang J et al. Wogonin, an active ingredient of Chinese herb medicine *Scutellaria baicalensis*, inhibits the mobility and invasion of human gallbladder carcinoma GBC-SD cells by inducing the expression of maspin. *Journal of Ethnopharmacology.* 2011;137(3):1373-1380. doi: 10.1016/j.jep.2011.08.005

41. Ferdous MF, Arefin MS, Rahman MM, Ripon MMR, Rashid MH, Sultana MR, Rafiq K. Beneficial effects of probiotic and phytobiotic as growth promoter alternative to antibiotic for safe broiler production. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research.* 2019;6(3):409-415. doi: 10.5455/javar.2019.f361

42. Fernandez-Novo A, Fargas O, Loste JM, Sebastian F, Perez-Villalobos N, Pesantez-Pacheco JL, et al. Pregnancy loss (28-110 days of pregnancy) in Holstein cows: A retrospective study. *Animals.* 2020;10:925. <https://doi.org/10.3390/ani10060925>

43. Franz C, Chizzola R, Novak J, Sponza S. Botanical species being used for manufacturing plant food supplements (PFS) and related products in the EU member states and selected third countries. *Food Funct.* 2011;2(12):720-730. doi: 10.1039/c1fo10130g

44. Georgieva Y, Katsarova M, Stoyanov P, et al. Metabolite profile and antioxidant activity of some species of genus *scutellaria* growing in Bulgaria. *Plants (Basel).* 2021;10(1):45. doi: 10.3390/plants10010045

45. Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Kadivar M, Riasi A, Zebeli Q. Effects of supplementation with a phytobiotics-rich herbal mixture on performance, udder health, and metabolic status of Holstein cows with various levels of milk somatic cell counts. *J Dairy Sci.* 2014;97(12):7487-7497. doi: 10.3168/jds.2014-7989

46. Hlel TB, Robles AR, Smaali I, Marzouki MN. Role of phytomedicines in metabolic disorders. In: Bhat RA, Hakeem KhR, Dervash MA, editors. *Phytomedicine.* Academic Press. 2021;14:389-407.

47. Huang S-T, Wang C-Y, Yang R-C, Chu C-J, Wu H-T, Pang J-HS. Wogonin, an active compound in *Scutellaria baicalensis*, induces apoptosis and reduces telomerase activity in the HL-60 leukemia cells. *Phytomedicine.* 2010;17(1):47-54. doi: 10.1016/j.phymed.2009.06.005

48. Jahani-Azizabadi H, Baraz H, Bagheri N, Ghaffari MH. Effects of a mixture of phytobiotic-rich herbal extracts on growth performance, blood metabolites, rumen fermentation, and bacterial population of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2022;105:5062-5073. doi: 10.3168/jds.2021-20687

49. Jing L, Zhang R, Liu Y, Zhu W, Mao S. Intravenous lipopolysaccharide challenge alters ruminal bacterial microbiota and disrupts ruminal metabolism in dairy cattle. *Br J Nutr.* 2014;112(2):170-182. doi: 10.1017/S000711451400066X

50. Jungbauer A, Medjakovic S. Anti-inflammatory properties of culinary herbs and spices that ameliorate the effects of metabolic syndrome. *Maturitas.* 2012;71(3):227-239. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.12.009

51. Kalantar M. The Importance of flavonoids in ruminant nutrition. *Archives of Animal Husbandry & Dairy Science.* 2018;1(1):AAHDS.MS.ID.000504. doi: 10.33552/AAHDS.2018.01.000504

52. Khiaosa-Ard R, Zebeli Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *Journal of Animal Science.* 2013;91(4):1819-1830. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5691>

53. Kumar A, Roy B, Lakhani GP, Jain A. Evaluation of dried bread waste as feedstuff for growing crossbred pigs. *Vet World.* 2014;7(9):698-701. doi: 10.14202/vetworld.2014.698-701

54. Kuralkar P, Kuralkar SV. Role of herbal products in animal production - An updated review. *J Ethnopharmacol.* 2021;278:114246. doi: 10.1016/j.jep.2021.114246
55. Li W, Xu X, Zhang H, Ma C, Fong H, van Breemen R, Fitzloff J. Secondary metabolites from *Andrographis paniculata*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin.* 2007;55(3):455-458. doi: 10.1248/cpb.55.455
56. Liu H, Ye F, Sun Q, Liang H, Li C, Li S et al. *Scutellaria baicalensis* extract and baicalein inhibit replication of SARS-CoV-2 and its 3C-like protease *in vitro*. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry.* 2021;36(1):497-503. doi: 10.1080/14756366.2021.1873977
57. Mansilla FI, Ficooseco CA, Miranda MH, Puglisi E, Nader-Macías MEF, Vignolo GM, Fontana CA. Administration of probiotic lactic acid bacteria to modulate fecal microbiome in feedlot cattle. *Scientific Reports.* 2022;12(1):12957. doi: 10.1038/s41598-022-16786-z
58. Manuelian CL, Pitino R, Simoni M, et al. Plant Feed Additives as Natural Alternatives to the Use of Synthetic Antioxidant Vitamins on Livestock Mammals' Performances, Health, and Oxidative Status: A Review of the Literature in the Last 20 Years. *Antioxidants (Basel).* 2021;10(9):1461. doi: 10.3390/antiox10091461
59. Markowiak P, Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens.* 2018;10(1):21. doi:10.1186/s13099-018-0250-0
60. Milentyeva IS, Fedorova AM, Larichev TA, Altshuler OG. Biologically active compounds in *Scutellaria baicalensis* L. callus extract: phytochemical analysis and isolation. *Foods and Raw Materials.* 2023;11(1):172-186. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-564>
61. Mohammadhosseini M, Sarker SD, Akbarzadeh A. Chemical composition of the essential oils and extracts of *Achillea* species and their biological activities: A review. *Journal of Ethnopharmacology.* 2017;199:257-315. doi: 10.1016/j.jep.2017.02.010
62. Olgaray KE, Brouk MJ, Mamedova LK, Sivinski SE, Liu H, Robert F, Dupuis E, Zachut M, Bradford BJ. Dietary supplementation of *Scutellaria baicalensis* extract during early lactation decreases milk somatic cells and increases whole lactation milk yield in dairy cattle. *PLoS One.* 2019;14(1):e0210744. doi: 10.1371/journal.pone.0210744
63. Pei T, Yan M, Huang Y, Wei Y, Martin C, Zhao Q. Specific flavonoids and their biosynthetic pathway in *Scutellaria baicalensis*. *Frontiers in Plant Science.* 2022;13:866282. doi: 10.3389/fpls.2022.866282
64. Rehman K, Yaqub M, Sheikh A, Arshad M. Extraction and evaluation of peroxidases from various vegetable sources. *Int J Agric Biol.* 1999;1(3):170-173
65. Ren H, Vahjen W, Dadi T, Saliu EM, Borojoni FG, Zentek J. synergistic effects of probiotics and phytobiotics on the intestinal microbiota in young broiler chicken. *Microorganisms.* 2019;7(12):684. doi: 10.3390/microorganisms7120684
66. Shang X, He X, He X, Li M, Zhang R, Fan P et al. The genus *Scutellaria* an ethnopharmacological and phytochemical review. *Journal of Ethnopharmacology.* 2010;128(2):279-313. doi: 10.1016/j.jep.2010.01.006
67. Shikov AN, Tsitsilin AN, Pozharitskaya ON, Makarov VG, Heinrich M. Traditional and current food use of wild plants listed in the Russian pharmacopoeia. *Front Pharmacol.* 2017;8:841. doi:10.3389/fphar.2017.00841
68. Shin HS, Bae MJ, Choi DW, Shon DH. Skullcap (*Scutellaria baicalensis*) extract and its active compound, wogonin, inhibit ovalbumin-induced Th2-mediated response. *Molecules.* 2014;19(2):2536-2545. doi:10.3390/molecules19022536
69. Shin HS, Bae MJ, Jung SY, Shon DH. Inhibitory effect of skullcap (*Scutellaria baicalensis*) extract on ovalbumin permeation *in vitro* and *in vivo*. *Food Chem.* 2013;140(1-2):22-30. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.01.042
70. Simoni M, Goi A, Pellattiero E, Mavrommatis A, Tsiplakou E, Righi F, Manuelian CL. Long-term administration of a commercial supplement enriched with bioactive compounds does not affect feed

intake, health status, and growth performances in beef cattle. *Archives Animal Breeding*. 2022;65(1):135-144. doi: 10.5194/aab-65-135-2022

71. Stefańska B, Sroka J, Katzer F, Goliński P, Nowak W. The effect of probiotics, phytobiotics and their combination as feed additives in the diet of dairy calves on performance, rumen fermentation and blood metabolites during the preweaning period. *Animal Feed Science and Technology*. 2021;272:114738. doi: 10.1016/j.anifeedsci.2020.114738

72. Su H, Yao S, Zhao W, Li M, Liu J, Shang W, Xu Y. Anti-SARS-CoV-2 activities in vitro of Shuanghuanglian preparations and bioactive ingredients. *Acta Pharmacologica Sinica*. 2020;41(9):1167-1177. doi:10.1038/s41401-020-0483-6

73. Topuria LY, Topuria GM, Pirogov VV. Effect of phytobiotic -Germivit on the functional state of cattle. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 2021;74(2):9549-9561. doi: 10.15446/rfnam.v74n2.85369

74. Truszczyński M, Pejsak Z. Wpływ stosowania u zwierząt antybiotyków na lekooporność bakterii chorobotwórczych dla człowieka. *Med Weter*. 2006;62:1339-1343.

75. Tsiplakou E, Pitino R, Manuelian CL, Simoni M, Mitsiopolou C, De Marchi M et al. Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins in livestock animal products yield, quality, and oxidative status: a Review. *Antioxidants*. 2021;10(5):780. <https://doi.org/10.3390/antiox10050780>

76. Turek C, Stintzing FC. Stability of essential oils: a Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 2013;12(1):40-53. doi: 10.1111/1541-4337.12006

77. Ulrich E. Study of quality and safety parameters of phytobiotics based on medicinal plant extracts. In: Current trends of agricultural industry in global economy: Proceedings of XIX international scientific and practical conference, Kemerovo, 2020, 8 to 9 December; Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy; 2020:258-264. doi: 10.32743/agri.gl.econ.2020.258-264

78. Wall EH, Bravo DM, 1554 Supplementation with rumen-protected capsicum oleoresin increases milk production and component yield in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science*. 2016;94(suppl_5):755. doi: <https://doi.org/10.2527/jam2016-1554>

79. Wang X, Xie L, Long J et al. Therapeutic effect of baicalin on inflammatory bowel disease: A review. *J Ethnopharmacol*. 2022;283:114749. doi: 10.1016/j.jep.2021.114749

80. Wang Z-L, Wang S, Kuang Y, Hu Z-M, Qiao X, Ye M. A comprehensive review on phytochemistry, pharmacology, and flavonoid biosynthesis of *Scutellaria baicalensis*. *Pharmaceutical Biology*. 2018;56(1):465-484. doi: 10.1080/13880209.2018.1492620

81. Wen W, Alseikh S, Fernie AR. Conservation and diversification of flavonoid metabolism in the plant kingdom. *Current Opinion in Plant Biology*. 2020;55:100-108. doi: 10.1016/j.pbi.2020.04.004

82. Wu Z, Huang W, Qin E et al. Comprehensive identification and expression profiling of circular RNAs during nodule development in *Phaseolus vulgaris*. *Front Plant Sci*. 2020;11:587185. doi: 10.3389/fpls.2020.587185

83. Xu Z, Gao R, Pu X, Xu R, Wang J, Zheng S et al. Comparative genome analysis of *Scutellaria baicalensis* and *scutellaria barbata* reveals the evolution of active flavonoid biosynthesis. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics*. 2020;18(3):230-240. doi: 10.1016/j.gpb.2020.06.002

84. Yang R, Liu H, Bai C, Wang Y, Zhang X, Guo R, Wang Y. Chemical composition and pharmacological mechanism of Qingfei Paidu Decoction and Ma Xing Shi Gan Decoction against Coronavirus Disease 2019 (COVID-19): in silico and experimental study. *Pharmacological Research*. 2020;157:104820. doi: 10.1016/j.phrs.2020.104820

85. Yausheva EV, Duskaev GK, Levakhin GI, Nurzhanov BS, Rysaev AF, Rakhmatullin SG, Inchagova KS, Yuldashbaev YA. Evaluation of the effects of plant extracts on cattle rumen microbiome. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;341:012165. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012165

86. Yin B, Li W, Qin H, Yun J, Sun X. The use of chinese skullcap (*Scutellaria baicalensis*) and its extracts for sustainable animal production. *Animals (Basel)*. 2021;11(4):1039. doi: 10.3390/ani11041039
87. Zhao Q, Chen XY, Martin C. *Scutellaria baicalensis*, the golden herb from the garden of Chinese medicinal plants. *Science Bulletin*. 2016;61(18):1391-1398. doi: 10.1007/s11434-016-1136-5
88. Zhao T, Tang H, Xie L et al. *Scutellaria baicalensis* Georgi. (Lamiaceae): a review of its traditional uses, botany, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *J Pharm Pharmacol*. 2019;71(9):1353-1369. doi: 10.1111/jphp.13129
89. Zhou Y, Hirotani M, Yoshikawa T, Furuya T. Flavonoids and phenylethanoids from hairy root culture of *Scutellaria baicalensis*. *Phytochemistry*. 1997;44(1):83-87.

References

1. Akilova EA, Volozhanina MJu, Karpuhin MJu. Collection style of the flower garden. *Youth and Science*. 2017;6:8.
2. Cherkashina NV, Drozdova LI, Makhortov VL, Vasilev PG, Dyomina LV, Sherbakov MG, Ilyazov AA, Sirik MS. Analysis of the current state of the problem of use of antibiotics as feed additive. *Agrarian Bulletin of the Urals*. 2011;3(82):39-42.
3. Belyakova TN, Pechurkina DS. Functional products as a 21st century trend. *Dairy Industry*. 2020;2:46-47.
4. Bykov VA. Plant biodiversity and human health. *Bulletin of the Russian Academy of Sciences*. 2016;86(6):553. doi: 10.7868/S0869587316060165
5. Grebennikova OA, Paliy AYe, Logvinenko LA. Biologically active substances of *Scutellaria Baicalensis* Georgi of Nikita botanical gardens collection. *Bull. of the State Nikit. Botan. Gard*. 2015;117:60-66.
6. Gryaznov MYu, Savchenko OM. Biological features of *Scutellaria altissima* L. under culture conditions in the Non-black Soil Zone of Russia. *Bulletin KSAU*. 2022;7(184):109-115. doi: 10.36718/1819-4036-2022-7-109-115
7. Dudetskaya NA, Teslov LS, Anisimova NA. Flavonoid composition in species of *Scutellaria* (Lamiaceae) from Russian flora. *Plant resources*. 2010;46(2):159-174.
8. Gubanov IA et al. Illustrated guide to plants of Central Russia. Volume 3: Covered seed (dicotyledonous: separate-petal) Moscow: Association of Scientific Publications KMK, Institute of Technological Research, 2004. 520 p. 2004: 520 p.
9. Karimov AM, Popkov AS, Ostroushko YV, Turtaeva RI, Botirov EK. Investigation of flavonoids of the root of the plant *Scutellaria Intermedia* Popov. *Chemistry of Plant Raw Materials*. 2018;4:89-94. doi: 10.14258/jcprm.2018043728
10. Kabashnikava LF. Molecular mechanisms of plants and phytopathogens interaction: innate immunity. *Journal of the Belarusian State University. Ecology*. 2018;2:26-37.
11. Kaledina MV. Obtaining prebiotic components for feed and food additives (Conference proceedings) Innovative solutions in agrarian science - a look into the future: materials of the XXIII Intern. sci.-prod. conf., (Maisky, May 28-29, 2019). Maisky: BSAU named after V.Ya. Gorin; 2019:13-15.
12. Kalugina ZI. Market transformation of the agrarian sector of Russia: sociological discourse. Novosibirsk: IEOPP SO RAN; 2015: 341.
13. Kurkin VA. Botanical-pharmacognostical characteristics of medicinal plant materials. *Modern Phytomorphology*. 2013;4:249-252.
14. Novokreschinova IV, Gulyaeva YuN. Analysis of modern technologies of oil extracts (Conference proceedings) Innovations in the health of the nation: Sat. Materials V All-Russian. scientific-practical. conf. with international participation, (St. Petersburg, November 08-09, 2017). St. Petersburg: SPKhFA Publ.; 2017:296-299.

15. Olennikov DN, Chirikova NK, Tankhaeva LM. Phenolic compounds of the Baikal skullcap (*Scutellaria baicalensis* Georgi). Chemistry of Plant Raw Materials. 2009;4:89-98.
16. Belashova OV, Zaushintsena AV, Levanova LA, Zakharova YV, Mar AA, Asyakina LK. Determination of the antibacterial activity of flavonoids from callus *Scutellaria galericulata* L. for the development of a functional curd product. Proceedings of the Voronezh State University of Engineering Technologies. 2020;82.1(83):178-182. doi: 10.20914/2310-1202-2020-1-178-182
17. Kudryavtsev IA, Pavlova OM, Gudkova MV, Oreshkin AE, Myasisheva NV. Characteristics of growth modulation effects of arachidonic acid metabolism inhibitors on mouse transplantable tumors with different profiles of synthesized eicosanoids in tumor tissue. Journal of N. N. Blokhin Russian Cancer research center RAMS. 2008;19(2-72):15-21.
18. Asyakina LK et al. Prospects for using Siberian federal district plants in the production of functional food products. Bulletin of the South Ural State University. Ser. Food and Biotechnology, 2022;10(4):5-17. doi: 10.14529/food220401
19. Piraner YG, Buzuk GN. Study of microscopic evidence of *Scutellaria Galericulata* herb. Bulletin of Pharmacy. 2015;3(69):46-49.
20. Pirogov VV, Topuriya GM. Study of the effect of germivite on some indicators of enzymatic metabolism in bulls. Bulletin of the Bryansk State Agricultural Academy. 2015;2-1:28-31.
21. Pichugin VS. *Scutellaria Altissima* L. in the Crimean flora, distribution and morphology. Bull. of the State Nikit. Botan. Gard. 2012;105:17-20.
22. Rogov IA et al. Antioxidant-containing food product from Baikal skull-cap extract: pat. 2228673 Russian Federation. Application. 20.06.2003; publ. 20.05.2004.
23. Platonov VG, Chernov NV. Functional foodstuffs market. Scientific Journal of OrelSIET. 2019;2(30):21-24.
24. Pharmacy is easy and understandable. Decree of the Government of the Russian Federation of December 29, 2021 No. 2544 "Development of the pharmaceutical and medical industry. Available from: <https://pharmmedprom.ru/news/plan-razvitiya-rossiiskoi-farmotrasli-farma-2030-gotov/> [cited 2023 June 6]
25. Filipchuk OD, Glinushkin AP, Zhemchuzhin SG et al. Implementation of adaptive plant protection from pests in the conditions of sanatorium-resort zone. Russian Journal of Agricultural and Socio-Economic Sciences. 2017;10(70): 269-273. doi: 10.18551/rjoas.2017-10.38
26. Sokolov AS, Sokolova LA. About new and the most rare species of Tambov region flora. Report four. Tambov University Reports. Series Natural and Technical Sciences. 2014;19(3):1035-1043.
27. Ryazanov VA, Kurilkina MYa, Duskaev GK, Gabidulin VM. Phytobiotics as an alternative to antibiotics in animal husbandry (review). Animal Husbandry and Fodder Production. 2021;104(4):108-123. doi: 10.33284/2658-3135-104-4-108
28. Vakhitov KhM, et al. Phytotherapy of respiratory diseases: modern possibilities. Pediatrician's Practice. 2017;(5):6-9.
29. Chirikova NK, Olennikov DN. Microscopic study of Baikal skullcap (*Scutellaria Baicalensis* Georgi) herb. Pharmacy. 2009;3:16-19.
30. Abdikerimova G, Moldabekov B. The role of animal husbandry in the sustainable development of agriculture for food security and nutrition. Deutsche Internationale Zeitschrift für zeitgenössische Wissenschaft. 2021;11-2:4-7. doi: 10.24412/2701-8369-2021-11-2-4-7
31. Akbarian-Tefaghi M, Ghasemi E, Khorvash M. Performance, rumen fermentation and blood metabolites of dairy calves fed starter mixtures supplemented with herbal plants, essential oils or monensin. Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2018;102(3):630-638. doi: <https://doi.org/10.1111/jpn.12842>
32. Beardsworth A, Bryman A, Keil T, et al. Women, men and food: The significance of gender for nutritional attitudes and choices. British food Journal. 2002;104(7):470-491. doi: 10.1108/00070700210418767
33. Beauchemin KA, McGinn SM. Methane emissions from beef cattle: Effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil¹. Journal of Animal Science. 2006;84(6):1489-1496. doi: 10.2527/2006.8461489x

34. Biernasiak J, Ślizewska K, Libudzisz Z. Negatywne skutki stosowania antybiotyków. *Postępowanie Nauk Rol.* 2010;62(3):105-17.
35. Bozov PI, Coll J. *neo*-Clerodane diterpenoids from *Scutellaria altissima*. *Nat Prod Commun.* 2015;10(1):13-16.
36. Brogna DMR, Tansawat R, Cornforth D, Ward R, Bella M, Luciano G, Priolo A, Villalba J. The quality of meat from sheep treated with tannin- and saponin-based remedies as a natural strategy for parasite control. *Meat Science.* 2014;96(2 Part A):744-749. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.10.019>
37. Busquet M, Calsamiglia S, Ferret A, Kamel C. Screening for effects of plant extracts and active compounds of plants on dairy cattle rumen microbial fermentation in a continuous culture system. *Anim Feed Sci Technol.* 2006;123-124 (Part 2):597-613. doi: <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2005.03.008>
38. Calsamiglia S, Busquet M, Cardozo PW, Castillejos L, Ferret A. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. *J Dairy Sci.* 2007;90(6):2580-2595. doi: 10.3168/jds.2006-644
39. Chen J, Mao Y, Guo K, Wu H, Song X, Qu M, Lan L, Luo J. The synergistic effect of traditional Chinese medicine prescription and rumen-protected γ -aminobutyric acid on beef cattle under heat stress. *J Anim Physiol Anim Nutr (Berl).* 2021;105(5):807-815. doi: 10.1111/jpn.13507
40. Dong P, Zhang Y, Gu J, Wu W, Li M, Yang J et al. Wogonin, an active ingredient of Chinese herb medicine *Scutellaria baicalensis*, inhibits the mobility and invasion of human gallbladder carcinoma GBC-SD cells by inducing the expression of maspin. *Journal of Ethnopharmacology.* 2011;137(3):1373-1380. doi: 10.1016/j.jep.2011.08.005
41. Ferdous MF, Arefin MS, Rahman MM, Ripon MMR, Rashid MH, Sultana MR, Rafiq K. Beneficial effects of probiotic and phytobiotic as growth promoter alternative to antibiotic for safe broiler production. *Journal of Advanced Veterinary and Animal Research.* 2019;6(3):409-415. doi: 10.5455/javar.2019.f361
42. Fernandez-Novoa A, Fargas O, Loste JM, Sebastian F, Perez-Villalobos N, Pesantez-Pacheco JL, et al. Pregnancy loss (28-110 days of pregnancy) in Holstein cows: A retrospective study. *Animals.* 2020;10:925. <https://doi.org/10.3390/ani10060925>
43. Franz C, Chizzola R, Novak J, Sponza S. Botanical species being used for manufacturing plant food supplements (PFS) and related products in the EU member states and selected third countries. *Food Funct.* 2011;2(12):720-730. doi: 10.1039/c1fo10130g
44. Georgieva Y, Katsarova M, Stoyanov P, et al. Metabolite profile and antioxidant activity of some species of genus *scutellaria* growing in Bulgaria. *Plants (Basel).* 2021;10(1):45. doi:10.3390/plants10010045
45. Hashemzadeh-Cigari F, Khorvash M, Ghorbani GR, Kadivar M, Riasi A, Zebeli Q. Effects of supplementation with a phytobiotics-rich herbal mixture on performance, udder health, and metabolic status of Holstein cows with various levels of milk somatic cell counts. *J Dairy Sci.* 2014;97(12):7487-7497. doi: 10.3168/jds.2014-7989
46. Hlel TB, Robles AR, Smaali I, Marzouki MN. Role of phytomedicines in metabolic disorders. In: Bhat RA, Hakeem KhR, Dervash MA, editors. *Phytomedicine.* Academic Press. 2021;14:389-407.
47. Huang S-T, Wang C-Y, Yang R-C, Chu C-J, Wu H-T, Pang J-HS. Wogonin, an active compound in *Scutellaria baicalensis*, induces apoptosis and reduces telomerase activity in the HL-60 leukemia cells. *Phytomedicine.* 2010;17(1):47-54. doi: 10.1016/j.phymed.2009.06.005
48. Jahani-Azizabadi H, Baraz H, Bagheri N, Ghaffari MH. Effects of a mixture of phytobiotic-rich herbal extracts on growth performance, blood metabolites, rumen fermentation, and bacterial population of dairy calves. *J. Dairy Sci.* 2022;105:5062-5073. doi: 10.3168/jds.2021-20687
49. Jing L, Zhang R, Liu Y, Zhu W, Mao S. Intravenous lipopolysaccharide challenge alters ruminal bacterial microbiota and disrupts ruminal metabolism in dairy cattle. *Br J Nutr.* 2014;112(2):170-182. doi: 10.1017/S000711451400066X

50. Jungbauer A, Medjakovic S. Anti-inflammatory properties of culinary herbs and spices that ameliorate the effects of metabolic syndrome. *Maturitas*. 2012;71(3):227-239. doi: 10.1016/j.maturitas.2011.12.009
51. Kalantar M. The Importance of flavonoids in ruminant nutrition. *Archives of Animal Husbandry & Dairy Science*. 2018;1(1):AAHDS.MS.ID.000504. doi: 10.33552/AAHDS.2018.01.000504
52. Khiaosa-Ard R, Zebeli Q. Meta-analysis of the effects of essential oils and their bioactive compounds on rumen fermentation characteristics and feed efficiency in ruminants. *Journal of Animal Science*. 2013;91(4):1819-1830. doi: <https://doi.org/10.2527/jas.2012-5691>
53. Kumar A, Roy B, Lakhani GP, Jain A. Evaluation of dried bread waste as feedstuff for growing crossbred pigs. *Vet World*. 2014;7(9):698-701. doi: 10.14202/vetworld.2014.698-701
54. Kuralkar P, Kuralkar SV. Role of herbal products in animal production - An updated review. *J Ethnopharmacol*. 2021;278:114246. doi: 10.1016/j.jep.2021.114246
55. Li W, Xu X, Zhang H, Ma C, Fong H, van Breemen R, Fitzloff J. Secondary metabolites from *Andrographis paniculata*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*. 2007;55(3):455-458. doi: 10.1248/cpb.55.455
56. Liu H, Ye F, Sun Q, Liang H, Li C, Li S et al. *Scutellaria baicalensis* extract and baicalein inhibit replication of SARS-CoV-2 and its 3C-like protease *in vitro*. *Journal of Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*. 2021;36(1):497-503. doi: 10.1080/14756366.2021.1873977
57. Mansilla FI, Ficooseco CA, Miranda MH, Puglisi E, Nader-Macías MEF, Vignolo GM, Fontana CA. Administration of probiotic lactic acid bacteria to modulate fecal microbiome in feedlot cattle. *Scientific Reports*. 2022;12(1):12957. doi: 10.1038/s41598-022-16786-z
58. Manuelian CL, Pitino R, Simoni M, et al. Plant Feed Additives as Natural Alternatives to the Use of Synthetic Antioxidant Vitamins on Livestock Mammals' Performances, Health, and Oxidative Status: A Review of the Literature in the Last 20 Years. *Antioxidants (Basel)*. 2021;10(9):1461. doi: 10.3390/antiox10091461
59. Markowiak P, Śliżewska K. The role of probiotics, prebiotics and synbiotics in animal nutrition. *Gut pathogens*. 2018;10(1):21. doi:10.1186/s13099-018-0250-0
60. Milentyeva IS, Fedorova AM, Larichev TA, Altshuler OG. Biologically active compounds in *Scutellaria baicalensis* L. callus extract: phytochemical analysis and isolation. *Foods and Raw Materials*. 2023;11(1):172-186. <http://doi.org/10.21603/2308-4057-2023-1-564>
61. Mohammadhosseini M, Sarker SD, Akbarzadeh A. Chemical composition of the essential oils and extracts of *Achillea* species and their biological activities: A review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2017;199:257-315. doi: 10.1016/j.jep.2017.02.010
62. Olagaray KE, Brouk MJ, Mamedova LK, Sivinski SE, Liu H, Robert F, Dupuis E, Zachut M, Bradford BJ. Dietary supplementation of *Scutellaria baicalensis* extract during early lactation decreases milk somatic cells and increases whole lactation milk yield in dairy cattle. *PLoS One*. 2019;14(1):e0210744. doi: 10.1371/journal.pone.0210744
63. Pei T, Yan M, Huang Y, Wei Y, Martin C, Zhao Q. Specific flavonoids and their biosynthetic pathway in *Scutellaria baicalensis*. *Frontiers in Plant Science*. 2022;13:866282. doi: 10.3389/fpls.2022.866282
64. Rehman K, Yaqub M, Sheikh A, Arshad M. Extraction and evaluation of peroxidases from various vegetable sources. *Int J Agric Biol*. 1999;1(3):170-173
65. Ren H, Vahjen W, Dadi T, Saliu EM, Boroojeni FG, Zentek J. synergistic effects of probiotics and phytobiotics on the intestinal microbiota in young broiler chicken. *Microorganisms*. 2019;7(12):684. doi: 10.3390/microorganisms7120684
66. Shang X, He X, He X, Li M, Zhang R, Fan P et al. The genus *Scutellaria* an ethnopharmacological and phytochemical review. *Journal of Ethnopharmacology*. 2010;128(2):279-313. doi: 10.1016/j.jep.2010.01.006

67. Shikov AN, Tsitsilin AN, Pozharitskaya ON, Makarov VG, Heinrich M. Traditional and current food use of wild plants listed in the Russian pharmacopoeia. *Front Pharmacol.* 2017;8:841. doi:10.3389/fphar.2017.00841
68. Shin HS, Bae MJ, Choi DW, Shon DH. Skullcap (*Scutellaria baicalensis*) extract and its active compound, wogonin, inhibit ovalbumin-induced Th2-mediated response. *Molecules.* 2014;19(2):2536-2545. doi:10.3390/molecules19022536
69. Shin HS, Bae MJ, Jung SY, Shon DH. Inhibitory effect of skullcap (*Scutellaria baicalensis*) extract on ovalbumin permeation in vitro and in vivo. *Food Chem.* 2013;140(1-2):22-30. doi: 10.1016/j.foodchem.2013.01.042
70. Simoni M, Goi A, Pellattiero E, Mavrommatis A, Tsiplakou E, Righi F, Manuelian CL. Long-term administration of a commercial supplement enriched with bioactive compounds does not affect feed intake, health status, and growth performances in beef cattle. *Archives Animal Breeding.* 2022;65(1):135-144. doi: 10.5194/aab-65-135-2022
71. Stefańska B, Sroka J, Katzer F, Goliński P, Nowak W. The effect of probiotics, phytobiotics and their combination as feed additives in the diet of dairy calves on performance, rumen fermentation and blood metabolites during the preweaning period. *Animal Feed Science and Technology.* 2021;272:114738. doi: 10.1016/j.anifeeds.2020.114738
72. Su H, Yao S, Zhao W, Li M, Liu J, Shang W, Xu Y. Anti-SARS-CoV-2 activities in vitro of Shuanghuanglian preparations and bioactive ingredients. *Acta Pharmacologica Sinica.* 2020;41(9):1167-1177. doi:10.1038/s41401-020-0483-6
73. Topuria LY, Topuria GM, Pirogov VV. Effect of phytobiotic -Germivit on the functional state of cattle. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín.* 2021;74(2):9549-9561. doi: 10.15446/rfnam.v74n2.85369
74. Truszczyński M, Pejsak Z. Wpływ stosowania u zwierząt antybiotyków na lekooporność bakterii chorobotwórczych dla człowieka. *Med Weter.* 2006;62:1339-1343.
75. Tsiplakou E, Pitino R, Manuelian CL, Simoni M, Mitsiopolou C, De Marchi M et al. Plant feed additives as natural alternatives to the use of synthetic antioxidant vitamins in livestock animal products yield, quality, and oxidative status: a Review. *Antioxidants.* 2021;10(5):780. <https://doi.org/10.3390/antiox10050780>
76. Turek C, Stintzing FC. Stability of essential oils: a Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety.* 2013;12(1):40-53. doi: 10.1111/1541-4337.12006
77. Ulrich E. Study of quality and safety parameters of phytobiotics based on medicinal plant extracts. In: Current trends of agricultural industry in global economy: Proceedings of XIX international scientific and practical conference, Kemerovo, 2020, 8 to 9 December; Kemerovo: Kuzbass State Agricultural Academy; 2020:258-264. doi: 10.32743/agri.gl.econ.2020.258-264
78. Wall EH, Bravo DM, 1554 Supplementation with rumen-protected capsin oleoresin increases milk production and component yield in lactating dairy cows. *Journal of Animal Science.* 2016;94(suppl_5):755. doi: <https://doi.org/10.2527/jam2016-1554>
79. Wang X, Xie L, Long J et al. Therapeutic effect of baicalin on inflammatory bowel disease: A review. *J Ethnopharmacol.* 2022;283:114749. doi: 10.1016/j.jep.2021.114749
80. Wang Z-L, Wang S, Kuang Y, Hu Z-M, Qiao X, Ye M. A comprehensive review on phytochemistry, pharmacology, and flavonoid biosynthesis of *Scutellaria baicalensis*. *Pharmaceutical Biology.* 2018;56(1):465-484. doi: 10.1080/13880209.2018.1492620
81. Wen W, Alseekh S, Fernie AR. Conservation and diversification of flavonoid metabolism in the plant kingdom. *Current Opinion in Plant Biology.* 2020;55:100-108. doi: 10.1016/j.pbi.2020.04.004
82. Wu Z, Huang W, Qin E et al. Comprehensive identification and expression profiling of circular RNAs during nodule development in *Phaseolus vulgaris*. *Front Plant Sci.* 2020;11:587185. doi: 10.3389/fpls.2020.587185
83. Xu Z, Gao R, Pu X, Xu R, Wang J, Zheng S et al. Comparative genome analysis of *Scutellaria baicalensis* and *scutellaria barbata* reveals the evolution of active flavonoid biosynthesis. *Genomics, Proteomics & Bioinformatics.* 2020;18(3):230-240. doi: 10.1016/j.gpb.2020.06.002
84. Yang R, Liu H, Bai C, Wang Y, Zhang X, Guo R, Wang Y. Chemical composition and pharmacological mechanism of Qingfei Paidu Decoction and Ma Xing Shi Gan Decoction against Coronavirus

Disease 2019 (COVID-19): in silico and experimental study. *Pharmacological Research*. 2020;157:104820. doi: 10.1016/j.phrs.2020.104820

85. Yausheva EV, Duskaev GK, Levakhin GI, Nurzhanov BS, Rysaev AF, Rakhmatullin SG, Inchagova KS, Yuldashbaev YA. Evaluation of the effects of plant extracts on cattle rumen microbiome. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2019;341:012165. doi: 10.1088/1755-1315/341/1/012165

86. Yin B, Li W, Qin H, Yun J, Sun X. The use of chinese skullcap (*Scutellaria baicalensis*) and its extracts for sustainable animal production. *Animals (Basel)*. 2021;11(4):1039. doi: 10.3390/ani11041039

87. Zhao Q, Chen XY, Martin C. *Scutellaria baicalensis*, the golden herb from the garden of Chinese medicinal plants. *Science Bulletin*. 2016;61(18):1391-1398. doi: 10.1007/s11434-016-1136-5

88. Zhao T, Tang H, Xie L et al. *Scutellaria baicalensis* Georgi. (Lamiaceae): a review of its traditional uses, botany, phytochemistry, pharmacology and toxicology. *J Pharm Pharmacol*. 2019;71(9):1353-1369. doi: 10.1111/jphp.13129

89. Zhou Y, Hirotsu M, Yoshikawa T, Furuya T. Flavonoids and phenylethanoids from hairy root culture of *Scutellaria baicalensis*. *Phytochemistry*. 1997;44(1):83-87.

Информация об авторах:

Галина Михайловна Попова, магистрант отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)308-179.

Баер Серекпаевич Нуржанов, доктор сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук, 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-79.

Галимжан Калиханович Дускаев, доктор биологических наук, профессор РАН, ведущий научный сотрудник отдела кормления сельскохозяйственных животных и технологии кормов им. С.Г. Леушина, Федеральный научный центр биологических систем и агротехнологий Российской академии наук; 460000, г. Оренбург, ул. 9 Января, 29, тел.: 8(3532)30-81-70.

Information about the authors:

Galina M Popova, Master's student of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-79.

Baer S Nurzhanov, Dr. Sci. (Agriculture), Senior Researcher, Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after Leushin SG, Federal Research Centre of Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences, 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-79.

Galimzhan K Duskaev, Dr. Sci. (Biology), Professor of Russian Academy of Sciences, Leading Researcher of the Department of Farm Animal Feeding and Feed Technology named after S.G. Leushin, Federal Research Centre for Biological Systems and Agrotechnologies of the Russian Academy of Sciences; 29, 9 Yanvarya St., Orenburg, 460000, tel.: 8(3532)30-81-70.

Статья поступила в редакцию 18.04.2023; одобрена после рецензирования 09.06.2023; принята к публикации 13.06.2023.

The article was submitted 18.04.2023; approved after reviewing 09.06.2023; accepted for publication 13.06.2023.