

Обзорная статья / Review article

УДК 636.084

DOI: 10.31208/2618-7353-2023-24-42-57

## РЕЗУЛЬТАТЫ ПРИМЕНЕНИЯ СОВРЕМЕННЫХ КОРМОВЫХ СРЕДСТВ В ЖИВОТНОВОДСТВЕ И ПТИЦЕВОДСТВЕ

### *RESULTS OF USING MODERN FEED MEANS IN ANIMAL HUSBANDRY AND POULTRY FARMING*

<sup>1</sup>Марина И. Сложенкина, доктор биологических наук, профессор, член-корреспондент РАН

<sup>1</sup>Александр А. Мосолов, доктор биологических наук

<sup>1</sup>Александр Н. Струк, доктор сельскохозяйственных наук

<sup>2</sup>Алиреза Сейдави, доктор наук

<sup>1</sup>Ольга А. Княжеченко, аспирант

<sup>1</sup>Алена О. Громова, аспирант

<sup>1</sup>Marina I. Slozhenkina, Dr. Sci. (Biology), Professor, Correspondent Member of RAS

<sup>1</sup>Alexander A. Mosolov, Dr. Sci. (Biology)

<sup>1</sup>Alexander N. Struk, Dr. Sci. (Agriculture)

<sup>2</sup>Alireza Seidavi, Dr. Sci.

<sup>1</sup>Olga A. Knyazhechenko, Graduate Student

<sup>1</sup>Alyona O. Gromova, Graduate Student

<sup>1</sup>Поволжский научно-исследовательский институт производства  
и переработки мясомолочной продукции», Волгоград

<sup>2</sup>Исламский университет Азад, Раштский филиал, Рашт, Иран

<sup>1</sup>Volga Region Research Institute of Manufacture  
and Processing of Meat-and-Milk Production, Volgograd, Russia

<sup>2</sup>Islamic Azad University, Rasht Branch, Rasht, Iran

**Контактное лицо:** Сложенкина Марина Ивановна, руководитель проекта РФФ 21-16-00025, директор, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; тел.: 8 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>.

**Для цитирования:** Сложенкина М.И., Мосолов А.А., Струк А.Н., Сейдави Алиреза, Княжеченко О.А., Громова А.О. Результаты применения современных кормовых средств в животноводстве и птицеводстве // Аграрно-пищевые инновации. 2023. Т. 24, № 4. С. 42-57. <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-42-57>.

**Principal Contact:** Marina I. Slozhenkina, Project Manager of RSF 21-16-00025, Director, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; tel.: +7 (8442) 39-10-48; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9542-5893>.

**For citation:** Slozhenkina M.I., Mosolov A.A., Struk A.N., Seidavi Alireza, Knyazhechenko O.A., Gromova A.O. Results of using modern feed means in animal husbandry and poultry farming. *Agrarno-pishchevye innovacii = Agrarian-and-food innovations*. 2023;24(4):42-57. (In Russ.). <https://doi.org/10.31208/2618-7353-2023-24-42-57>.

#### Резюме.

**Цель.** Изучение и формирование новых подходов к разработке и обоснованию принципов, методов и алгоритмов производства продукции животноводства без использования кормовых антибиотиков.

**Материалы и методы.** Объектами исследования являлись: цыплята-бройлеры кросса Росс 308, перепелки эстонской породы, гибридные кролики, баранчики эдильбаевской породы, крысы лабораторные, а также разработанные кормовые добавки. При проведении исследова-

ний все опыты проведены с учетом принципов биоэтики. Исследования выполнены стандартизованными методами в аккредитованных лабораториях. Достоверность результатов подтверждается их обработкой статистическими методами.

**Обсуждение.** На основании полученных результатов можно сделать вывод о положительном воздействии изученных кормовых добавок. Научно-практические опыты подтвердили их эффективность в кормлении птицы, кроликов, и экспериментально было доказано стимулирующее и стабилизирующее действие на организм испытуемых животных и птицы, что способствовало повышению показателей резистентности, мясной продуктивности и, как следствие, получению безопасного животноводческого сырья.

**Заключение.** По результатам проведенных исследований экспериментально подтверждена целесообразность применения различных растительных экстрактов и биофлавоноидов, кормовых добавок, содержащих альфа-монолаурин и комплекс органических кислот, пребиотиков на основе лактулозы при выращивании сельскохозяйственных животных и птицы.

**Ключевые слова:** птицеводство, кролиководство, баранчики, спирулина, лактулоза, селен, йод, биофлавоноиды

### **Abstract**

**Purpose.** Study and formation of new approaches in the development and justification of principles, methods and algorithms for the production of livestock products without the use of feed antibiotics.

**Materials and Methods.** The objects of the study were: broiler chickens of the Ross 308 cross, quails of the Estonian breed, hybrid rabbits, sheep of the Edilbaev breed, laboratory rats and developed feed additives. During the research, all experiments were conducted taking into account the principles of bioethics. The research was carried out using standardized methods in accredited laboratories. The reliability of the results is confirmed by their processing by statistical methods.

**Discussion.** Based on the results obtained, it can be concluded that the studied feed additives have a positive effect. Scientific and practical experiments have confirmed their effectiveness in feeding poultry and rabbits, and experimentally proved a stimulating and stabilizing effect on the body of the animals and poultry, which contributed to an increase in resistance, meat productivity and, as a result, the production of safe livestock raw materials.

**Conclusion.** According to the results of the conducted studies, the expediency of using various plant extracts and bioflavonoids, feed additives containing alpha-monolaurin and a complex of organic acids, lactulose-based prebiotics in the cultivation of farm animals and poultry has been experimentally confirmed.

**Keywords:** poultry, rabbits, sheep, spirulina, lactulose, selenium, iodine, bioflavonoids

**Введение.** При разработке проекта, выполняемого под эгидой Российского научного фонда, авторским коллективом была поставлена конкретная фундаментальная задача по разработке и научному обоснованию принципов и методов производства продукции животного происхождения без применения кормовых антибиотиков. Использование современных промышленных технологий, как в нашей стране, так и за рубежом, предусматривает применение и лекарственных препаратов, и антибиотиков. При выращивании сельскохозяйственных животных и птицы их могут использовать не только для лечения и профилактики различных болезней бактериальной этиологии, но и в качестве кормовых добавок, способных стимулировать рост и развитие молодняка, положительно влияющих на сохранность и продуктивность поголовья молодняка и взрослых особей.

Из-за частого применения антибиотиков в животноводстве их эффективность снижается, что приводит к обеднению полезной кишечной микрофлоры у животных. В результате

это способствует накоплению измененных штаммов микроорганизмов в организме. Грамположительные бактерии теряют свою активность, а грамотрицательные становятся более вирулентными. Это приводит к увеличению циркуляции резистентных бактерий в хозяйствах, оказывая в том числе негативный экологический эффект. Нарушения защитных механизмов (физиологических, иммунологических) организма животных способствуют развитию инфекционных процессов, вызванных как собственными патогенными микроорганизмами, так и бактериями окружающей среды (Dhama K et al., 2015; Сложенкина М.И. и др., 2021). В связи с этим исследования по созданию и испытанию новых видов кормовых добавок на основе пробиотиков, пребиотиков, синбиотиков, фитобиотиков, органических, природных и растительных компонентов приобретают важное научно-практическое значение.

**Целью** нашей работы в рамках проекта Российского научного фонда являлось изучение и формирование новых подходов к разработке и обоснованию принципов, методов и алгоритмов производства продукции животноводства без использования кормовых антибиотиков.

**Материалы и методы.** В соответствии с поставленной целью, на очередной этап выполнения проекта были поставлены следующие задачи:

- продолжить эксперименты по разработке и тестированию новых видов кормовых добавок, включающих пробиотики, пребиотики, синбиотики, фитобиотики, органические, натуральные и растительные компоненты;
- оценить влияние кормовых добавок на состав крови, показатели иммунитета и естественную защиту организма у кроликов и птицы;
- определить воздействие исследуемых кормовых добавок на кишечную микрофлору, иммунологические показатели, пищеварение, здоровье и продуктивность животных и птицы.

В ходе проведения ряда научно-практических опытов, лабораторных испытаний в рамках исследовательского проекта, были использованы лабораторные животные. Перед началом работы была создана комиссия по биоэтике и утверждены этические принципы, соответствующие Европейской конвенции о защите животных, используемых в научных исследованиях. При проведении научно-практических опытов мы следовали принципу минимального количества задействованных животных, сохраняя при этом репрезентативность выборки и обеспечивая достоверность результатов исследований. Животные находились под постоянным наблюдением квалифицированного персонала в соответствии с принципами «гуманности», исключая любые формы жестокости и недопустимого обращения.

Экспериментальные исследования по определению динамики роста, убойных показателей, а также биохимических и морфологических показателей крови проведены в аналитической лаборатории ГНУ НИИММП (г. Волгоград, Россия) при помощи стандартизованных методов исследований. Расчет основных показателей производили по общепринятым методикам. Состав микробиома слепых отростков кишечника определяли в лаборатории молекулярной генетики и геномики птицы (МГАВМиБ имени К.И. Скрябина, г. Москва, Россия) при помощи молекулярно-генетического метода – NGS-секвенирования.

При выполнении анализа полученных научных данных результаты подвергали обработке методами вариационной статистики в программе «Excel» («Microsoft», США) с установлением уровней достоверности «Statistica 10.0» («Stat Soft Inc.», США).

#### **Обсуждение.**

#### ***Результаты сравнительного изучения кормовых добавок FRA® C12 и «Mega HenOn» в рационах цыплят-бройлеров***

Сложенкина М.И. и др. (2021) провели экспериментальные исследования, направленные на изучение динамики роста, показателей убоя, а также биохимических и морфологических параметров крови (таблица 1).

Таблица 1. Схема проведения опыта

Table 1. Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Сравнительное изучение кормовых добавок FRA® C12 и «Mega HenOn»  <i>Comparative study of feed additives FRAC® 12 and Mega HenOn</i>	3 группы цыплят-бройлеров кросса Росс 308 суточного возраста по 40 голов в каждой; контрольная группа – стандартный рацион, I опытная – дополнительно кормовую добавку FRA® C12 (2 кг/т корма), II опытная – «Mega HenOn» (4 кг/т корма)  <i>3 groups of Ross 308 day-old broiler chickens with 40 heads each; control group – standard diet, I experimental – additional feed additive FRA® C12 (2 kg / ton of feed), II experimental – "Mega HenOn" (4 kg / ton of feed)</i>	Научно-исследовательский центр (ГК «МЕГАМИКС» и ВолГАУ), ГНУ НИИММП  <i>Scientific Research Center (LLC "MEGAMIX" and VolGAU), VRIIMMP</i>

При введении инновационных кормовых добавок FRA® C12 и «Mega HenOn» в рационы цыплят-бройлеров кросса Росс 308 было отмечено увеличение переваримости и усвоения питательных веществ, поддержание положительного баланса азота, кальция и фосфора в организме, что положительно сказалось на мясной продуктивности и качественных характеристиках грудных мышц.

Эксперимент показал, что отечественная добавка «Mega HenOn» оказала более эффективное воздействие на биоконверсию корма. В течение всего периода эксперимента цыплята-бройлеры из опытных групп развивались согласно стандартным показателям кросса Росс 308, однако уже через 14 дней после начала использования добавок разница в живой массе между опытными и контрольной группами была значительной. К концу опыта в возрасте 35 дней разница веса составила 76,4 и 109,5 г. Также сократилось потребление корма на 1 кг прироста в опытных группах. Анализ химического состава грудных мышц показал увеличение содержания сухого вещества, белка и золы в опытных группах и снижение содержания жира. Достоверное увеличение белка в I опытной группе составило 1,09% ( $P \leq 0,01$ ), во II опытной – 1,15% ( $P \leq 0,01$ ). Содержание жира в опытных группах снизилось на 0,69 ( $P \leq 0,05$ ) и 0,76% ( $P \leq 0,05$ ) по сравнению с аналогичным показателем в контрольной группе, что повлекло за собой снижение энергетической ценности мяса на 8,25 ( $P \leq 0,05$ ) и 9,03 КДж/100 г ( $P \leq 0,05$ ), что согласуется также с исследованиями отечественных ученых (Готовский Д.Г. и Бирман Б.Я., 2009; Гончаров А.Т. и Хамидуллин Т.Н., 2012). В результате исследований также было выявлено, что изучаемые кормовые добавки на основе альфа-монолаурина и комплекса органических кислот положительно влияют на рост полезной микрофлоры в слепых отростках кишечника цыплят-бройлеров опытных групп. Преимущество по этому показателю отмечено у опытных групп – он достоверно превышал значения у контроля на 29,3 и 35,7% соответственно.

**Результаты применения экстракта и порошка зеленого чая в рационе цыплят-бройлеров, зараженных кокцидиозом**

Как известно, зеленый чай обладает гипохолестеринемическим действием, особенно в отношении холестерина ЛПНП. Зеленый чай снижает уровень липопротеиновой липазы и жировой триглицеридной липазы (Abdo ZMA et al., 2010; Alimohammadi-Saraei MH et al., 2014).

Считается, что этот эффект зеленого чая обусловлен тем, что полифенолы способствуют обратному переносу холестерина, а именно – холестерин удаляется из периферических тканей и доставляется в печень, уменьшая поглощение холестерина организмом. Biswas МАН and Wakita М (2001), Jelveh К et al. (2022) обнаружили, что 1,5 г/кг зеленого чая значительно снижает уровень триглицеридов и общего холестерина в плазме крови по сравнению с контрольной группой.

В наших исследованиях мы провели сравнительное изучение использования зеленого чая в различных комбинациях (экстракт и сухой порошок зеленого чая) в рационах цыплят-бройлеров. Схема опыта представлена в таблице 2. Экстракт зеленого чая был приготовлен путем нагревания 100 г сухих листьев чая с 200 мл дистиллированной воды при 80°C в течение 10 минут. Порошок зеленого чая получали путем измельчения и пропускания через сито 0,5 мм.

**Таблица 2.** Схема проведения опыта

*Table 2. Scheme of experiment*

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
<p>Экстракт и порошок зеленого чая в рационе цыплят-бройлеров, зараженных кокцидиозом</p> <p><i>Extract and powder of green tea in the diet of broiler chickens infected with coccidiosis</i></p>	<p>360 суточных самцов цыплят-бройлеров кросса Росс 308, распределенные на 8 групп, с 3 повторениями по 15 голов:</p> <p>(К) (отрицательный контроль): без добавок;</p> <p>группа 2 (ПК) (положительный контроль): коммерческий кокцидиостат (Салиномицин) 0,5 г/кг (Rooyan Darou Co);</p> <p>группа 3: ПК + 0,2 г/кг экстракта зеленого чая (ЗЧ);</p> <p>группа 4: ПК + 0,3 г/кг экстракта ЗЧ;</p> <p>группа 5: ПК + 0,4 г/кг экстракта ЗЧ;</p> <p>группа 6: ПК + 1 г/кг порошка ЗЧ;</p> <p>группа 7: ПК + 2 г/кг порошка ЗЧ;</p> <p>группа 8: ПК + 3 г/кг порошка ЗЧ</p> <p><i>360 day-old male broiler chickens of the Ross 308 cross, divided into 8 groups, with 3 repetitions of 15 heads:</i></p> <p><i>(NC) (negative control): without additives;</i></p> <p><i>group 2 (PC) (positive control): commercial coccidiostat (Salinomycin 0.5 g / kg (Rooyan Darou Co));</i></p> <p><i>group 3: PC + 0.2 g / kg of green tea extract;</i></p> <p><i>group 4: PC + 0.3 g / kg of HP extract;</i></p> <p><i>group 5: PC + 0.4 g / kg of HP extract;</i></p> <p><i>group 6: PC + 1 g / kg of HP extract;</i></p> <p><i>group 7: PC + 2 g / kg of HP extract;</i></p> <p><i>group 8: PC + 3 g / kg of HP extract</i></p>	<p>Лаборатория ГНУ НИИММП, факультет зоологии, Рештский филиал Исламского университета Азад</p> <p><i>Laboratory of the VRIIMMP, Faculty of Zoology, Rasht Branch of the Islamic Azad University</i></p>

Не было отмечено значительного влияния зеленого чая на вес туши, а также на вес грудки и желудочков в % от веса туши. Однако вес желудочков был увеличен при трех самых высоких показателях включения порошка зеленого чая по сравнению с другими опытными группами. Вес кишечника был наибольшим при самой высокой норме включения порошка ЗЧ, а также был больше при второй по величине норме включения, чем при контроле

и более низкой норме добавления ЗЧ. Абдоминальный жир был наибольшим в двух контрольных вариантах и уменьшался по мере включения зеленого чая в рационы.

Jelveh K et al. (2022) отметили, что в результате научно-практического опыта было установлено преимущество включения зеленого чая в рацион бройлеров: увеличение прироста веса, улучшение конверсии корма, снижение уровня холестерина, а также количества патогенных бактерий в толстом кишечнике. По нашему мнению, данный эффект зеленого чая предположительно обусловлен прямым воздействием на морфологию слизистой оболочки кишечника, способствуя росту ворсинок и бокаловидных клеток, в связи с чем толщина эпителия уменьшается. Результаты также подтверждают предыдущие исследования, которые отметили благотворное влияние зеленого чая в качестве кормовой добавки на повышение производственных показателей и улучшение состояния здоровья птицы (Biswas MAN and Wakita M, 2001). Наиболее благоприятное воздействие наблюдалось при включении зеленого чая в рацион в концентрации 0,04 г/кг.

**Результаты применения Мята перечной (*Mentha piperita L.*) и цикория (*Cichorium intybus L.*) в сравнении с пребиотиком в рационах цыплят на откорме**

Мята перечная – одна из старейших традиционных трав, используемых во многих частях мира. Это многолетнее растение содержит около 1,2-1,5% эфирных масел, где основными компонентами масла являются ментол (35-55%), ментон (20-30%) и ментилацетат (3-10%) (Galib A and Al-Kassie M, 2010). Было доказано, что добавление в рацион бройлеров перечной мяты повышает продуктивность и гуморальный иммунный ответ через увеличение числа антителообразующих клеток у птиц. Цикорий содержит ценные уровни фруктоолигосахаридов, инулина, кумаринов, флавоноидов и многих витаминов (Kalia VC et al., 2022).

Результаты проведенных нами исследований (схема опыта представлена в таблице 3) показали, что бройлеры, которых кормили рационами, дополненными *Cichorium intybus*, имели значительно более высокий прирост массы тела ( $P \leq 0,05$ ) и улучшали конверсию корма по сравнению с другими группами в разные периоды выращивания. Пребиотик, использованный в настоящем исследовании, а также лекарственные растения (мята перечная и цикорий) улучшили показатели роста бройлеров, оказали положительное влияние на состав крови и микрофлору кишечника (Tufarelli V et al., 2022).

**Таблица 3.** Схема проведения опыта

**Table 3.** Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Мята перечная ( <i>Mentha piperita L.</i> ) и цикорий ( <i>Cichorium intybus L.</i> ) в сравнении с пребиотиком Fermacto™  <i>Peppermint (Mentha piperita L.) and chicory (Cichorium intybus L.) in comparison with the Fermacto prebiotic</i>	320 суточных цыплят-бройлеров; опыт длился 42 дня: контроль (основной рацион – ОР); I опытная – ОР+ пребиотик (Фермакто™); II – ОР + 0,1% порошка перечной мяты; III – ОР + 0,1% порошка цикория  <i>320 day-old broiler chickens; the experiment lasted 42 days: control (basic ration – BR); I experimental – BR+ prebiotic (Fermakto™); II – BR + 0.1% peppermint powder; III – BR + 0.1% chicory powder</i>	Лаборатория ГНУ НИИММП, факультет зоологии, Рештский филиал Исламского университета Азад  <i>Laboratory of VRIIMMP, Faculty of Zoology, Rasht Branch of the Islamic Azad University</i>

**Изучение эффективности бифидогенных лактулозосодержащих кормовых добавок в рационах кроликов и перепелов**

Были разработаны новые кормовые добавки с разным содержанием лактулозы (Кумелакт-1 и Лактувет-1) и исследовано их влияние на рост, развитие и состав микробиома кишечника кроликов. Так, по данным Горлова И.Ф. и др. (2022), Кумелакт-1 – кормовая добавка, состоящая из муки из пророщенных семян тыквы с добавлением 10% сухой лактулозы и 0,5% яблочной кислоты; Лактувет-1 – кормовая добавка из сухой молочной мелассы, содержащая 21,6% лактулозы, соли кальция, фосфора и магния и многие другие микроэлементы. Схема опытов с применением разработанных добавок представлена в таблице 4. Результаты исследований показали, что введение в рационы изучаемых кормовых добавок оказало ростостимулирующее действие, к концу опыта кролики опытных групп превосходили контроль на 5,1 и 5,3% соответственно. Анализ лабораторных данных состава микробиоты показал увеличение количества бактерий родов *Lactobacillales* и *Bifidobacteriales* и в филуме *Actinobacteria* в образцах опытных групп в 3,1 и 3,2 раза по сравнению с контролем. Установлено, что количество бактерий семейства *Ruminococcaceae*, ответственных за расщепление углеводов, в слепой кишке кроликов опытных групп превосходило контрольную на 10,8 и 11,5%. В обеих опытных группах количество бактерий семейства *Enterobacteriaceae* уменьшилось в 4,5 раза, а количество бактерий филума *Tenericutes* – в 2,6 раз в сравнении с контрольной группой.

**Таблица 4.** Схема проведения опытов применения разработанных бифидогенных добавок  
**Table 4.** The scheme of conducting experiments on the use of the developed bifidogenic additives

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
Бифидогенная добавка «Лактувет-1»  <i>Bifidogenic supplement "Laktuvet-1"</i>	Две группы перепелок эстонской породы ( <i>Coturnix japonica</i> ) по 80 голов в каждой: контроль получал основной рацион (ОР); опытная – ОР + 0,5% Лактувет-1. Опыт – 25 недель, начиная с 8-недельного возраста (56 дней)  <i>Two groups of Estonian quail (Coturnix japonica) of 80 heads each: the control received the basic ration (BR); experimental – BR + 0.5% Laktuvet-1. Experience – 25 weeks, starting at 8 weeks of age (56 days)</i>	Перепелиное хозяйство ООО «Ростов-Дон» (г. Новочеркасск, Ростовская область), ГНУ НИИММП  <i>The quail farm of Rostov-Don LLC (Novocherkassk, Rostov region), VRIIMMP</i>
	Кролики гибридной мясной породы (Калифорнийская X Белый великан), 45 голов, три группы, по 15 голов в группе. Контроль получал только основной рацион (ОР); I опытная – ОР + 0,5% Лактувет-1; II опытная – ОР + 0,6% Кумелакт-1. <i>Rabbits of a hybrid meat breed (California X White Giant), 45 heads, 15 heads in each group. The control received only the basic ration (BR); I experimental – BR + 0.5% Laktuvet-1; II experimental – BR + 0.6% Kumelact-1. Experience from 40 days of age – 75 days</i>	Хозяйство по разведению кроликов, ГНУ НИИММП  <i>Farm for the breeding of rabbits, VRIIMMP</i>

На основании полученных результатов можно сделать вывод, что в данном опыте действие корма было обусловлено, в том числе, влиянием лактулозосодержащих кормовых добавок. Они способствовали повышению мясной продуктивности подопытных кроликов, оказав стимулирующее и стабилизирующее действие на качественный и количественный состав микробиома кишечника. Полученные в данном эксперименте результаты согласуются с исследованиями российских и зарубежных ученых, проводивших испытания по применению пребиотических кормовых добавок в рационах откорма кроликов (Gidenne T et al., 2019; Kvartnikov MP and Kvartnikova EG, 2021).

Следует также отметить, что использование пребиотических кормовых добавок на основе лактулозы способно повысить мясную продуктивность кроликов, цыплят-бройлеров на откорме (Cho JH and Kim IH, 2014; Rezaei S et al., 2015; Xu C et al., 2018).

Также было изучено влияние новой кормовой добавки Лактувет-1 на яйценоскость перепелов. Перепела опытной группы достигли 80%-ной яйцекладки в 56-70-суточном возрасте, пик яйцекладки составил 81,5% в 85-91-омсуточном возрасте. У перепелов контрольной группы пик яйцекладки составил 78,9% в 105-112-тисуточном возрасте. Было установлено, что использование кормовой добавки в кормлении перепелов в количестве 0,5% от массы комбикорма способствовало увеличению интенсивности яйцекладки. Наивысшая интенсивность яйцекладки за период исследований наблюдалась у перепелов опытной группы – 77,4%, что выше на 2,6% относительно сверстников из контрольной. Стоит отметить, что сохранность поголовья в опытной группе, получавшей кормовую добавку Лактувет-1, повысилась на 1,25% относительно контроля. Исследования качественного анализа перепелиных яиц показали, что масса яиц в опытной группе, получавшей кормовую добавку Лактувет-1, составила 12,69 г, что на 11,42% выше, чем в контрольной группе. Аналогичные результаты были получены по массе желтка (Горлов И.Ф. и др., 2022). Однако по процентному содержанию белка и желтка в яйце достоверных различий между группами отмечено не было. Проведенные Котаревым В., и др. (2007), Ндайкенгурукийе Д. и др. (2021), Темираевым В.Х. и др. (2017) исследования также доказали, что для более полной реализации генетического потенциала перепелов необходимо включать в их рацион бифидогенные кормовые добавки. По результатам проведенного нами исследования, можно сделать вывод, что кормовая добавка Лактувет-1 способствовала обеспечению устойчивого улучшения физиологического состояния птицы, повышению её продуктивности, качества получаемой продукции, сохранности поголовья.

***Результаты изучения влияния расторопши (*Silybum marianum*), морских водорослей (*Spirulina platensis*) и порошков чеснока и куркумы в рационах цыплят-бройлеров, подвергшихся воздействию афлатоксина-B1***

Нами были проведены исследования эффективности влияния комплекса биологически активных растительных веществ на показатели роста, гуморальный иммунный ответ и микробиом кишечника бройлеров. Схема опыта представлена в таблице 5. Результаты показали, что загрязненные AFB1 ( $P \leq 0,05$ ) корма оказывали негативное влияние на потребляемость корма. При этом изучаемые порошки снижали пагубное влияние AFB1 на рост цыплят ( $P \leq 0,05$ ). По сравнению с контрольными птицами и другими видами лечения бройлеры, получавшие рацион, зараженный AFB1, имели более высокую относительную массу внутреннего жира ( $P \leq 0,05$ ). Введение AFB1 приводило к значительному повышению активности АСТ и АЛТ ( $P \leq 0,05$ ), в то время как введение порошков значительно снижало активность АСТ и АЛТ в крови у бройлеров. Таким образом, значения биохимических показателей кро-

ви были сопоставимы ( $P \leq 0,05$ ) между опытными группами. Однако в группе Т4 ингибирование АFB1 привело к значениям, близким к контрольным, что говорит о более высокой эффективности лечения в этой группе.

**Таблица 5.** Схема проведения опыта

**Table 5.** Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
<p>Расторопша (<i>Silybum marianum</i>), морские водоросли (<i>Spirulina platensis</i>), куркума (<i>Curcuma longa</i>), чеснок (<i>Allium sativum</i>)</p> <p><i>Milk thistle (Silybum marianum), seaweed (Spirulina platensis), turmeric (Curcuma longa), garlic (Allium sativum)</i></p>	<p>300 суточных петушков поровну разделены на пять обработок с шестью повторениями, по 10 птиц на обработку</p> <p>Рационы: (Т1) контрольный рацион (без каких-либо кормовых добавок или АFB1 (афлатоксин В1); (Т2) КР + 0,6 мг АFB1/кг; (Т3) Т2 + 10 г/кг (Р); (Т4) Т2 + 1 г/кг (Сп); (Т5) Т2 + 10 г/кг (К+Ч)</p> <p><i>300 day-old cockerels are equally divided into five treatments, with six repetitions of 10 birds per treatment</i></p> <p><i>Rations: (T1) control ration (without any feed additives or AFB1 (aflatoxin B1); (T2) CR + 0.6 mg AFB1 / kg; (T3) T2 + 10 g / kg (S); (T4) T2 + 1 g / kg (Sp); (T5) T2 + 10 g / kg (C+A)</i></p>	<p>Лаборатория ГНУ НИИММП, факультет зоологии, Рештский филиал Исламского университета Азад</p> <p><i>Laboratory of VRIIMMP, Faculty of Zoology, Rasht Branch of the Islamic Azad University</i></p>

При исследовании микробной популяции слепой кишки цыплят-бройлеров по сравнению с контролем наблюдалось увеличение ( $P \leq 0,05$ ) популяции кишечной палочки в слепой кишке у птицы, получавшей рацион, загрязненный АFB1; более того, добавление порошков в рацион значительно уменьшало количество кишечных палочек в слепой кишке ( $P \leq 0,05$ ). Добавление порошков на основе расторопши, чеснока, куркумы и спирулины эффективно смягчало негативное воздействие АFB1 на продуктивность и биохимические характеристики крови цыплят-бройлеров (Rashidi N, 2020). В результате рекомендуется использовать их для регулирования воздействия АFB1 и повышения естественной резистентности у цыплят (Alhidary IA et al., 2017; Feshanghchi M et al., 2022).

**Результаты биомедицинской оценки антиоксидантных свойств мяса ягненка, обогащенного йодом и селеном**

В процессе исследований биомедицинской оценки антиоксидантных свойств мяса баранчиков, обогащенного йодом и селеном, было установлено, что наибольшее содержание йода, а именно:  $54,6 \pm 6,8$  мкг/кг и  $61,5 \pm 9,6$  мкг/кг, было выявлено в мясе II и III опытных групп соответственно, что в 1,7 и 1,9 раза больше, чем в контрольной группе.

Схема данного эксперимента представлена в таблице 6. Изучение антиоксидантных свойств органических форм йода, селена и их комбинации на крысиной модели острого токсического гепатита показало, что клинические признаки интоксикации развиваются на вторые сутки после применения ксенобиотика. Биохимические показатели сыворотки крови крыс в конце эксперимента свидетельствовали о восстановлении структурно-функциональных свойств гепатоцитов и снижении воспалительно-деструктивных процессов в печени, так как значительное снижение индикаторных печеночных ферментов (АСТ и

АЛТ) было зафиксировано во всех группах крыс, что также согласуется с результатами, полученными зарубежными коллегами (Kong Y et al., 2019).

**Таблица 6.** Схема проведения опыта

**Table 6.** Scheme of experiment

Исследуемая кормовая добавка / препарат <i>Investigated feed additive / preparation</i>	Схема опыта, поголовье <i>Experience scheme, livestock</i>	База опыта, хозяйство <i>Experience base, farm</i>
<p>Кормовые добавки «Йоддар-Zn» и «ДАФС-25» на основе органического кремния («Коретрон») и холоднопрессованного тыквенного жмыха в соотношении 1 кг/100 кг добавки</p> <p><i>Feed additives "Yoddar-Zn" and "DAFS-25" based on organic silicon ("Coretron") and cold-pressed pumpkin cake in a ratio of 1 kg /100 kg of additives</i></p>	<p>Первый этап – откорм баранчиков (4 группы баранчиков в возрасте 4 месяцев по 10 голов в каждой) йодсодержащими добавками: контроль – общий рацион (ОР), в I группе – ОР + «Йоддар-Zn» (1%), во II – ОР + «ДАФС 25» (1%), в III – ОР + «Йоддар-Zn» (1%) и «ДАФС 25» (1%).</p> <p>Второй этап – откорм белых крыс (5 групп белых крыс по 10 особей в группе), зараженных токсическим гепатитом, мясом баранчиков из первого опыта:</p> <p>I (Контроль) – крысы (ОР + мясо баранчиков, выращенных на ОР);</p> <p>II – зараженные крысы (ОР с добавлением баранины, полученной от I группы);</p> <p>III – зараженные крысы (MR с добавлением баранины, полученной от II группы);</p> <p>IV – зараженные крысы (ОР с добавлением баранины, полученной от III группы);</p> <p>V – зараженные крысы (ОР с добавлением баранины, выращенной на ОР)</p> <p><i>The first stage is fattening of sheep (4 groups of sheep aged 4 months, 10 heads each) with iodine-containing additives: control – main ration (MR), in group I – MR + "Yoddar-Zn" (1%), in group II – MR + "DAFS 25" (1%), in group III – MR + "Yoddar-Zn" (1%) and "DAFS 25" (1%)</i></p> <p><i>The second stage is the fattening of white rats (5 groups of white rats with 10 individuals per group) infected with toxic hepatitis with lamb meat from the first experiment:</i></p> <p><i>I (Control) – rats (MR + of lamb meat grown on MR);</i></p> <p><i>II – infected rats (MR with the addition of a vaccine obtained from group I);</i></p> <p><i>III – infected rats (MR with the addition of mutton obtained from group II);</i></p> <p><i>IV – infected rats (MR with the addition of mutton obtained from group III)</i></p> <p><i>V – infected rats (MR with the addition of mutton grown on MR)</i></p>	<p>Баранчики эдильбаевской породы; белые беспородные крысы по методу «случайных чисел» в условиях животноводческого предприятия Саратовского ГАУ и ГНУ НИИММП</p> <p><i>Sheep of the Edilbaev breed; white mongrel rats by the method of "random numbers" in the conditions of the livestock enterprise of the Saratov State Agrarian University and VRIIMMP</i></p>

Различий между показателями биохимических параметров и сыворотки крови и фоновыми значениями у крыс IV опытной группы, получавших мясо, обогащенное селеном и йодом, не было. Данный факт можно объяснить, как следствие синергизма йода и селена, способствующих повышению компенсаторных факторов организма при действии ксенобиотиков.

Ремиссия общего состояния крыс была отмечена на 7-й день эксперимента в группах II, III и IV. Крысы стали более активными по сравнению с контролем, брали пищу, совершали движения, реагировали на внешние раздражители. Улучшение общего состояния крыс в V группе было зафиксировано только на 14-й день. У крыс IV группы клинических симптомов интоксикации не было, в то время как у большинства животных II и III групп ко второй неделе опыта наблюдались незначительная гиподинамия и спутанная шерсть, которые регистрировались вплоть до 18-го дня после начала эксперимента. Гибель крыс была отмечена в тест-группах I, II и III на 8-й день (по одной особи в каждой группе). В группе V (положительный контроль) две крысы погибли на 6-й и 8-й дни эксперимента.

По мнению Giro TM et al. (2022), более высокое содержание активного биоорганического йода и селена по сравнению с контрольными баранчиками было обусловлено увеличением количества селен-зависимого фермента глутатионпероксидазы, который состоит из нескольких родственных групп ферментов, которые синтезируются в различных клетках живого организма и усиливают их антиоксидантный эффект.

Таким образом, представленные данные позволили нам утверждать, что обогащенная селеном и йодом баранина в рационе крыс, страдающих токсическим гепатитом, вызванным ксенобиотиком, способствовала восстановлению функционирования клеток паренхимы печени (гепатоцитов) крыс.

**Заключение.** Разработанные в рамках проекта Российского научного фонда технологии кормления сельскохозяйственных животных и птицы с использованием разработанных кормовых добавок – новых видов фитобиотиков, пребиотиков, олигосахаридов и нетрадиционных кормовых средств, позволили научно обосновать принципы, способы и алгоритмы ведения животноводства и птицеводства для получения экологически безопасной продукции на основе использования инновационных разработок, исключающих применение кормовых антибиотиков.

**Благодарность:** Исследование выполнено в рамках гранта РФФ 21-16-00025, ГНУ НИИММП.

*Acknowledgment:* The study was carried out within the framework of the grant of the Russian Science Foundation No. 21-16-00025, VRIMMP.

#### Список источников

1. Влияние биологически активных препаратов на процессы пищеварительного метаболизма / В.Х. Темираев, М.М. Шахмурзова, О.О. Гетоков, А.А. Баева, М.З. Фарниева, Д.О. Сенцова // Известия Горского государственного аграрного университета. 2017. Т. 54, № 3. С. 66-71.
2. Влияние кормовой добавки «Лактувет-1» на яичную продуктивность перепелов / И.Ф. Горлов, М.И. Сложенкина, А.А. Мосолов, О.П. Шахбазова, Р.Г. Раджабов // Вестник Донского государственного аграрного университета. 2022. № 3 (45). С. 84-92.
3. Гончаров А.Т., Хамидуллин Т.Н. Использование монолаурина в кормлении цыплят-бройлеров // Птица и птицепродукты. 2012. № 3. С. 30-32.

4. Горлов И.Ф., Княжеченко О.А., Мосолов А.А. Изучение эффективности лактулозо-содержащих добавок в рационах кроликов // Кролиководство и звероводство. 2022. № 1. С. 23-29. <https://doi.org/10.52178/00234885-2022-1-23>.
5. Готовский Д.Г., Бирман Б.Я. Использование некоторых органических кислот для дезинфекции птичников и повышения сохранности цыплят-бройлеров // Ветеринарная патология. 2009. № 3. С.78-83.
6. Кормление перепелов / В. Котарев, А. Семин, А. Аристов, А. Каширина, И. Долженкова // Птицеводство. 2007. № 6. С. 32-33.
7. Ндайкенгурукийе Д., Ахметзянова Ф.К., Кашаева А.Р. Морфологические показатели перепелиных яиц при скармливании органического концентрата // Ученые записки Казанской государственной академии ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана. 2021. Т. 248, № 4. С. 168-172. <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-248-4-168-172>.
8. Сложенкина М.И., Фролова М., Курмашева С.С., Рудковская А.В. Выращиваем бройлеров без антибиотиков // Животноводство России. 2021. № 7. С. 9-11. <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
9. Abdo ZMA, Hassan RA, Amal AE, Shahinaz AH. Effect of adding green tea and its aqueous extract as natural antioxidants to laying hen diet on productive, reproductive performance and egg quality during storage and its content of cholesterol // Egyptian Poultry Science Journal. 2010. Vol. 30. P. 1121-1149.
10. Alhidary IA, Rehman Z, Khan RU, Tahir M. Anti-aflatoxin activities of milk thistle (*Silybum marianum*) in broiler // World Poult. Sci. J. 2017. Vol. 73. P. 559-566. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000514>.
11. Alimohammadi-Saraee MH, Seidavi AR, Dadashbeiki M, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation with different levels of green tea powder and fish oil or their combination on carcass characteristics in broiler chickens // Pakistan Journal of Zoology. 2014. Vol. 46. P. 1767-1773.
12. Biswas MAH, Wakita M. Effect of dietary Japanese green tea powder supplementation on feed utilization and carcass profiles in broilers // Journal of Poultry Science. 2001. Vol. 38. P. 50-57. <https://doi.org/10.2141/jpsa.38.50>.
13. Cho JH, Kim IH. Effects of lactulose supplementation on performance, blood profiles, excreta microbial shedding of *Lactobacillus* and *Escherichia coli*, relative organ weight and excreta noxious gas contents in broilers // Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition. 2014. Vol. 98(3). P. 424-430. <https://doi.org/10.1111/jpn.12086>.
14. Dhama K, Lathee SK, Mani S et al. Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production – a review // Int. J. Pharmacol. 2015. Vol. 11, iss. 3. P. 152-176. <https://doi.org/10.3923/ijp.2015>.
15. Feshangchi M, Baghban-Kanani P, Kashefi-Motlagh B, Adib F, Azimi-Youvalari S, Hosseintabar-Ghasemabad B, Slozhenkina M, Gorlov I, Zangeronimo MG, Swelum AA, Seidavi A, Khan RU, Ragni M, Laudadio V, Tufarelli V. Milk Thistle (*Silybum marianum*), Marine Algae (*Spirulina platensis*) and Toxin Binder Powders in the Diets of Broiler Chickens Exposed to Aflatoxin-B1: Growth Performance, Humoral Immune Response and Cecal Microbiota // Agriculture. 2022. № 12. P. 805. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060805>.
16. Galib A, Al-Kassie M. The role of peppermint (*Mentha piperita*) on performance in broiler diets // ABJNA. 2010. Vol. 1(5). P. 1009-1013. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.1009.1013>.

17. Gidenne T, Garreau H, Maertens L, Drouilhet L. Feed efficiency in rabbit farming: ways of improvement, technico-economical and environmental impacts // *INRA Productions Animales*. 2019. Vol. 32(3). P. 431-444.
18. Giro T, Kozlov S, Gorlov I, Kulikovskii A, Giro A, Slozhenkina M, Nikolaev D, Seidavi A, Mosolov A. Biomedical evaluation of antioxidant properties of lamb meat enriched with iodine and selenium // *Open Life Sciences*. 2022. Vol. 17(1). P. 180-188. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0020>.
19. Jelveh K, Rasouli B, Kadim IT, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Seidavi A, Phillips CJC. The effects of green tea in the diet of broilers challenged with coccidiosis on their performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphology, blood constituents and ceca microflora // *Veterinary Medicine and Science*. 2022. № 8. P. 2511-2520. <https://doi.org/10.1002/vms3.923>.
20. Kalia VC, Shim WY, Patel SKS, Gong C, Lee JK. Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: opportunities and challenges // *Sci Total Environ*. 2022. № 834. Article number: 155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>.
21. Kong Y, Li S, Liu M, Yao C, Yang X, Zhao N et al. Effect of dietary organic selenium on survival, growth, antioxidation, immunity and gene expressions of selenoproteins in abalone *Haliotis discus hannai* // *Aquaculture Res*. 2019. Vol. 50(3). P. 847-855. <https://doi.org/10.1111/are.13956>.
22. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021. Vol. 848. P. 01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
23. Rashidi N, Khatibjoo A, Taherpour K, Akbari-Gharaei M, Shirzadi H. Effects of licorice extract, probiotic, toxin binder and poultry litter biochar on performance, immune function, blood indices and liver histopathology of broilers exposed to aflatoxin-B1 // *Poult. Sci*. 2020. Vol. 99(11). P. 5896-5906. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.034>.
24. Rezaei S, Jahromi MF, Liang JB et al. Effect of oligosaccharides extract from palm kernel expeller on growth performance, gut microbiota and immune response in broiler chickens // *Poult. Sci*. 2015. Vol. 94(10). P. 2414-2420. <https://doi.org/10.3382/ps/pev216>.
25. Vincenzo Tufarelli, Narjes Ghavami, Mehran Nosrati, Behrouz Rasouli, Isam T. Kadim, Lourdes Suárez Ramírez, Ivan Gorlov, Marina Slozhenkina, Alexander Mosolov, Alireza Seidavi, Tugay Ayasan, Vito Laudadio. The effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) and chicory (*Cichorium intybus* L.) in comparison with a prebiotic on productive performance, blood constituents, immunity and intestinal microflora in broiler chickens // *Animal Biotechnology*. 2023. Vol. 34(7). P. 3046-3052. <https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2130798>.
26. Xu C, Qiao L, Guo Y, Ma L, Cheng Y. Preparation, characteristics and antioxidant activity of polysaccharides and proteins-capped selenium nanoparticles synthesized by *Lactobacillus casei* ATCC 393 // *Carbohydr Polym*. 2018. Vol. 195. P. 576-585. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.04.110>.

### *References*

1. Temiraev VKh, Shakhmurzov MM, Getokov OO, Baeva AA, Farnieva MZ, Sentsova DO. Influence of biologically active preparations on the processes of quails' digestive metabo-

- lism. *Izvestiya Gorskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Proceedings of Gorsky State Agrarian University*. 2017;54(3):66-71. (In Russ.).
2. Gorlov IF, Slozhenkina MI, Mosolov AA, Shakhbazova OP, Radzhabov RG. The effect of the feed additive "Lactuvet-1" on the egg productivity of quails. *Vestnik Donskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Vestnik of Don State Agrarian University*. 2022;45(3):84-92. (In Russ.).
  3. Goncharov AT, Khamidullin TN. The use of monolaurin in feeding broiler chickens. *Ptica i pticeprodukty = Poultry and chicken products*. 2012;(3):30-32. (In Russ.).
  4. Gorlov IF, Knyazhechenko OA, Mosolov AA. Study of the effectiveness of lactulose-containing supplements in rabbit diet. *Krolikovodstvo i zverovodstvo = Rabbit breeding and fur farming*. 2022;(1):23-29. (In Russ.). <https://doi.org/10.52178/00234885-2022-1>.
  5. Gotovsky DG, Birman BYa. The use of some organic acids for disinfection of poultry houses and improving the safety of broiler chickens. *Veterinarnaya patologiya = Veterinary pathology*. 2009;(3):78-83. (In Russ.).
  6. Kotarev V, Semin A, Aristov A, Kashirina A, Dolzhenkova I. Feeding quails. *Pticevodstvo = Poultry farming*. 2007;(6):32-33. (In Russ.).
  7. Ndayikengurukiye D, Akhmetzyanova FK, Kashaeva AR. Morphological parameters of quail's eggs when feeding organic concentrate. *Uchenye zapiski Kazanskoj gosudarstvennoj akademii veterinarnoj mediciny imeni N.E. Baumana = Scientific notes of the Kazan Bauman State Academy of Veterinary Medicine*. 2021;248(4):168-172. (In Russ.). <https://doi.org/10.31588/2413-4201-1883-248-4-168-172>.
  8. Slozhenkina MI, Frolova M, Kurmasheva SS, Rudkovskaya AV. Growing broilers without antibiotics. *Zhivotnovodstvo Rossii = Animal Husbandry of Russia*. 2021;(7):9-11. (In Russ.). <https://doi.org/10.25701/ZZR.2021.51.93.009>.
  9. Abdo ZMA, Hassan RA, Amal AE, Shahinaz AH. Effect of adding green tea and its aqueous extract as natural antioxidants to laying hen diet on productive, reproductive performance and egg quality during storage and its content of cholesterol. *Egyptian Poultry Science Journal*. 2010;(30):1121-1149.
  10. Alhidary IA, Rehman Z, Khan RU, Tahir M. Anti-aflatoxin activities of milk thistle (*Silybum marianum*) in broiler. *World Poult. Sci. J.* 2017;(73):559-566. <https://doi.org/10.1017/S0043933917000514>.
  11. Alimohammadi-Saraei MH, Seidavi AR, Dadashbeiki M, Laudadio V, Tufarelli V. Effect of dietary supplementation with different levels of green tea powder and fish oil or their combination on carcass characteristics in broiler chickens. *Pakistan Journal of Zoology*. 2014;(46):1767-1773.
  12. Biswas MAH, Wakita M. Effect of dietary Japanese green tea powder supplementation on feed utilization and carcass profiles in broilers. *Journal of Poultry Science*. 2001;(38):50-57. <https://doi.org/10.2141/jpsa.38.50>.
  13. Cho JH, Kim IH. Effects of lactulose supplementation on performance, blood profiles, excreta microbial shedding of *Lactobacillus* and *Escherichia coli*, relative organ weight and excreta noxious gas contents in broilers. *Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition*. 2014;98(3):424-430. <https://doi.org/10.1111/jpn.12086>.
  14. Dhama K, Lathee SK, Mani S et al. Multiple beneficial applications and modes of action of herbs in poultry health and production-a review. *Int. J. Pharmacol.* 2015;11(3):152-176. <https://doi.org/10.3923/ijp.2015>.

15. Feshangchi M, Baghban-Kanani P, Kashefi-Motlagh B, Adib F, Azimi-Youvalari S, Hosseintabar-Ghasemabad B, Slozhenkina M, Gorlov I, Zangeronimo MG, Swelum AA, Seidavi A, Khan RU, Ragni M, Laudadio V, Tufarelli V. Milk Thistle (*Silybum marianum*), Marine Algae (*Spirulina platensis*) and Toxin Binder Powders in the Diets of Broiler Chickens Exposed to Aflatoxin-B1: Growth Performance, Humoral Immune Response and Cecal Microbiota. *Agriculture*. 2022;(12):805. <https://doi.org/10.3390/agriculture12060805>.
16. Galib A, Al-Kassie M. The role of peppermint (*Mentha piperita*) on performance in broiler diets. *ABJNA*. 2010;5(1):1009-1013. <https://doi.org/10.5251/abjna.2010.1.5.1009.1013>.
17. Gidenne T, Garreau H, Maertens L, Drouilhet L. Feed efficiency in rabbit farming: ways of improvement, technico-economical and environmental impacts. *INRA Productions Animales*. 2019;32(3):431-444.
18. Giro T, Kozlov S, Gorlov I, Kulikovskii A, Giro A, Slozhenkina M, Nikolaev D, Seidavi A, Mosolov A. Biomedical evaluation of antioxidant properties of lamb meat enriched with iodine and selenium. *Open Life Sciences*. 2022;17(1):180-188. <https://doi.org/10.1515/biol-2022-0020>.
19. Jelveh K, Rasouli B, Kadim IT, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Seidavi A, Phillips CJC. The effects of green tea in the diet of broilers challenged with coccidiosis on their performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphology, blood constituents and ceca microflora. *Veterinary Medicine and Science*. 2022;(8):2511-2520. <https://doi.org/10.1002/vms3.923>.
20. Kalia VC, Shim WY, Patel SKS, Gong C, Lee JK. Recent developments in antimicrobial growth promoters in chicken health: opportunities and challenges. *Sci Total Environ*. 2022;(834):155300. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.155300>.
21. Kong Y, Li S, Liu M, Yao C, Yang X, Zhao N et al. Effect of dietary organic selenium on survival, growth, antioxidation, immunity and gene expressions of selenoproteins in abalone *Haliotis discus hannai*. *Aquaculture Res*. 2019;50(3):847-55. <https://doi.org/10.1111/are.13956>.
22. Kvartnikov MP, Kvartnikova EG. Influence of nutritional value of complete feed on the chemical composition of rabbit meat. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 2021;(848):01203. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/848/1/012037>.
23. Rashidi N, Khatibjoo A, Taherpour K, Akbari-Gharaei M, Shirzadi H. Effects of licorice extract, probiotic, toxin binder and poultry litter biochar on performance, immune function, blood indices and liver histopathology of broilers exposed to aflatoxin-B1. *Poult. Sci*. 2020;99(11):5896-5906. <https://doi.org/10.1016/j.psj.2020.08.034>.
24. Rezaei S, Jahromi MF, Liang JB et al. Effect of oligosaccharides extract from palm kernel expeller on growth performance, gut microbiota and immune response in broiler chickens. *Poult Sci*. 2015;94(10):2414-2420. <https://doi.org/10.3382/ps/pev216>.
25. Vincenzo Tufarelli, Narjes Ghavami, Mehran Nosrati, Behrouz Rasouli, Isam T. Kadim, Lourdes Suárez Ramírez, Ivan Gorlov, Marina Slozhenkina, Alexander Mosolov, Alireza Seidavi, Tugay Ayasan, Vito Laudadio. The effects of peppermint (*Mentha piperita* L.) and chicory (*Cichorium intybus* L.) in comparison with a prebiotic on productive performance, blood constituents, immunity and intestinal microflora in broiler chickens. *Animal Biotechnology*. 2022;34(7):3046-3052. <https://doi.org/10.1080/10495398.2022.2130798>.
26. Xu C, Qiao L, Guo Y, Ma L, Cheng Y. Preparation, characteristics and antioxidant activity of polysaccharides and proteins-capped selenium nanoparticles synthesized by *Lactobacillus casei* ATCC 393. *Carbohydr Polym*. 2018;(195):576-585. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2018.04.110>.

**Вклад авторов:** Все авторы в равной степени участвовали в написании рукописи и несут ответственность за некорректное цитирование, самоцитирование и возможный плагиат.

*Contribution of the author's: All authors equally participated in the writing of the manuscript and are responsible for incorrect citation, self-citation and possible plagiarism.*

**Конфликт интересов.** Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

*Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.*

**Информация об авторах (за исключением контактного лица):**

**Мосолов Александр Анатольевич** – главный научный сотрудник, комплексная аналитическая лаборатория, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-7065>;

**Струк Александр Николаевич** – главный научный сотрудник, отдел производства продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: jastruk@gmail.com; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7456-1933>;

**Сейдави Алиреза** – профессор кафедры кормления птицы и зоотехнии, Исламский университет Азад, Раштский филиал, основной исполнитель проекта РФ; 4147654919, Рашт, Иран, Раштский район 4, провинция Гилян, бульвар Лакан, улица Ибн Сина, парк моста Талшан; e-mail: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-2753>;

**Княжеченко Ольга Андреевна** – младший научный сотрудник, отдел по хранению и переработке продукции животноводства, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>;

**Громова Алена Олеговна** – лаборант-исследователь, комплексная аналитическая лаборатория, Поволжский научно-исследовательский институт производства и переработки мясомолочной продукции; 400066, Россия, Волгоград, ул. Рокоссовского, д. 6; e-mail: alena\_reshetniko95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2040-4152>.

**Information about the authors (excluding the contact person):**

*Alexander A. Mosolov – Chief Researcher, Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4927-7065>;*

*Alexandr N. Struk – Chief Researcher, Livestock Production Department, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7456-1933>;*

*Seidavi Alireza – Professor, Department of Poultry Feeding and Animal Science, Islamic Azad University, Rasht Branch; main executor of the RSF project; Talshan Bridge Park, Ibn Sina Street, Lakan Boulevard, Gilan Province, Rasht District 4, Rasht, 4147654919, Islamic Republic of Iran; e-mail: alirezaseidavi@iaurasht.ac.ir; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1903-2753>;*

*Olga A. Knyazhechenko – Junior Researcher, Department for Storage and Processing of Livestock Products, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: niimmp@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1508-2179>;*

*Alena O. Gromova – Research Laboratory Assistant, Complex Analytical Laboratory, Volga Region Research Institute of Manufacture and Processing of Meat-and-Milk Production; 6, Rokossovsky st., Volgograd, 400066, Russian Federation; e-mail: alena\_reshetniko95@mail.ru; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2040-4152>.*

Статья поступила в редакцию / *The article was submitted:* 01.12.2023;  
одобрена после рецензирования / *approved after reviewing:* 25.12.2023  
принята к публикации / *accepted for publication:* 26.12.2023