



<https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-383-390>
УДК 619:616-085.37:631.145:636.4:615.37



Изменение иммунологических показателей крови у поросят на доращивании под воздействием биологически активной добавки на основе лизата бактерий

Э. Ф. Садыхов, С. В. Федотов

ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К. А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева),
ул. Тимирязевская, 49, г. Москва, 127434, Россия

РЕЗЮМЕ

Введение. Современное свиноводство в России демонстрирует стабильный рост, который сопровождается внедрением новых технологий, направленных на увеличение продуктивности и снижение зависимости от антибиотиков. Это вызывает повышенный интерес к биологически активным препаратам, обладающим иммуностимулирующими и иммуномодулирующими свойствами. Множество исследований подтверждают их положительное влияние на кишечную микрофлору, иммунный статус и общую продуктивность животных. Однако морфофункциональные и биохимические аспекты действия этих средств остаются недостаточно изученными, что подчеркивает необходимость дальнейших исследований в этой области.

Цель исследования. На основе анализа существующей литературы и экспериментальных данных обосновать целесообразность использования препарата «Иммбаклиз С», обладающего иммуномодулирующими свойствами, для поросят в период их доращивания.

Материалы и методы. Исследовали 60 образцов биологического материала (крови), полученного от поросят на доращивании в апреле – июле 2024 г. на свиноводческом комплексе промышленного типа, расположенном на территории Коломенского городского округа Московской области. Исследования проводились методами иммуноферментного анализа, проточной цитометрии, микроскопии. Обработка данных осуществлялась с использованием пакета статистического анализа Statistica v.13.0.

Результаты. Курсовое введение препарата «Иммбаклиз С» поросьятам на доращивании в возрасте 22–113 сут обусловило статистически значимое повышение показателей клеточного и гуморального звеньев иммунной системы, включая увеличение абсолютного и относительного содержания Т- и В-лимфоцитов, фагоцитарной активности нейтрофилов, а также концентрации иммуноглобулинов классов G и M, что указывает на активацию специфических и неспецифических механизмов иммунной защиты.

Заключение. Динамика показателей в течение исследуемого периода свидетельствует о накопительном эффекте препарата, особенно в отношении относительного содержания В-лимфоцитов и уровня IgM, что может указывать на его пролонгированное воздействие при многократном применении. Полученные данные позволяют рассматривать «Иммбаклиз С» как эффективное средство иммунопрофилактики, потенциально пригодное для включения в ветеринарные схемы оздоровления и профилактики иммунодефицитных состояний у молодняка свиней, выращиваемого в условиях интенсивных технологий.

Ключевые слова: ремонтные свинки, иммунитет, иммуномодуляторы, иммуностимуляторы, «Иммбаклиз С», Т- и В-лимфоциты, иммуноглобулины, фагоцитоз

Благодарности: Исследование проведено в рамках договора от 11 апреля 2024 г. № 23/24 на выполнение научно-исследовательских работ по изучению препарата «Иммбаклиз С», заключенного между ООО «НИТА-ФАРМ» и ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева. Коллектив авторов выражает признательность руководству ООО «НИТА-ФАРМ» (г. Саратов) и ООО СПК «Машкино» (г. Коломна) за помощь в организации и проведении исследований. Авторы признательны всем исследователям, участвовавшим на разных этапах реализации этой работы.

Для цитирования: Садыхов Э. Ф., Федотов С. В. Изменение иммунологических показателей крови у поросят на доращивании под воздействием биологически активной добавки на основе лизата бактерий. *Ветеринария сегодня*. 2025; 14 (4): 383–390. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-383-390>

Конфликт интересов: Федотов С. В. является членом редколлегии журнала «Ветеринария сегодня», но никакого отношения к решению опубликовать эту статью не имеет. Рукопись прошла принятую в журнале процедуру рецензирования. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для корреспонденции: Федотов Сергей Васильевич, д-р вет. наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, ул. Пасечная, 2, г. Москва, 127550, Россия, serfv@mail.ru

Effect of bacterial lysate-based bioactive supplement on immunological blood parameters in grower pigs

Eduard F. Sadikhov, Sergei V. Fedotov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Timiryazevskaya, 49, Moscow 127434, Russia

ABSTRACT

Introduction. Modern pig farming in Russia is showing steady growth, which is accompanied by the introduction of new technologies aimed at increasing productive performance and reducing dependence on antibiotics. This causes increased interest in biologically active products with immunostimulatory and immunomodulatory properties. Multiple studies confirm their positive effect on the intestinal microflora, immune status and overall productive performance of animals. However, the morphofunctional and biochemical aspects of the action of these agents remain understudied, which highlights the necessity of further research in this field.

© Садыхов Э. Ф., Федотов С. В., 2025

Objective. To justify the expediency of using immunomodulatory drug Immbaclys S for pigs during grower stage based on the analysis of the published resources and experimental data.

Materials and methods. Sixty biological samples (blood) collected from grower pigs on the commercial pig farm in Kolomna Municipal Okrug, Moscow Oblast in April – July 2024 were studied. The samples were tested using enzyme-linked immunosorbent assay, flow cytometry, and microscopy. The data was processed using the statistical analysis software Statistica v.13.0.

Results. Course administration of Immbaclys S to grower pigs (22–113 days old) induced statistically significant enhancements in cellular and humoral immunity markers, including elevated T- and B-lymphocyte counts, neutrophil phagocytosis, and IgG/IgM levels, demonstrating activation of immune defense pathways.

Conclusion. The dynamics of the parameters throughout the study period indicate a cumulative effect of the drug, particularly with respect to the relative count of B-lymphocytes and the level of IgM, which may suggest its prolonged action upon repeated administration. These findings position Immbaclys S as an effective immunoprophylactic agent with potential for incorporation into veterinary health programs to control and prevent immunodeficiency in intensively reared young pigs.

Keywords: replacement gilts, immunity, immunomodulators, immunostimulators, Immbaclys C, T- and B-lymphocytes, immunoglobulins, phagocytosis

Acknowledgements: The study was performed under the Agreement of 11 April 2024 No. 23/24 for the implementation of research aimed to study of Immbaclys S, signed between NITA-FARM company and the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. The authors acknowledge with gratitude the support from the management of NITA-FARM (Saratov) and Mashkino SPK (Kolomna) in the organization and execution of this study. The authors acknowledge all researchers for their contributions to different phases of this study.

For citation: Sadikhov E. F., Fedotov S. V. Effect of bacterial lysate-based bioactive supplement on immunological blood parameters in grower pigs. *Veterinary Science Today*. 2025; 14 (4): 383–390. <https://doi.org/10.29326/2304-196X-2025-14-4-383-390>

Conflict of interests: Fedotov S. V. is a member of the editorial board of „Veterinary Science Today” journal, however, he was not involved in the decision to publish this article. The manuscript has passed the journal’s standard peer-review procedure. The authors declare no obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this paper.

For correspondence: Sergei V. Fedotov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, ul. Pasechnaya, 2, Moscow 127550, Russia, serfv@mail.ru

ВВЕДЕНИЕ

Современное промышленное свиноводство в России демонстрирует устойчивый рост, сопровождающийся внедрением технологий, направленных на повышение продуктивности и снижение антибиотикозависимости. Это обуславливает растущий интерес к биологически активным препаратам с иммуностимулирующим и иммуномодулирующим действием [1, 2]. Многочисленные исследования подтверждают их положительное влияние на состояние кишечной микрофлоры, иммунный статус и продуктивность свиней [3, 4, 5]. Однако в большинстве работ остаются недостаточно раскрытыми морфофункциональные и биохимические аспекты действия таких средств, а различие в составах препаратов требует систематизированного подхода к их применению [6].

Россия занимает лидирующие позиции в мировом производстве свинины: по итогам 2023 г. прирост в сельскохозяйственных предприятиях в живом весе достиг 340 тыс. тонн, что на 6,5% превышает показатели предыдущего года [1]. Развитию отрасли способствуют вертикально интегрированные холдинги и экологически ориентированные технологии, внедряемые крупнейшими аграрными структурами [7]. Существенную роль играет реализуемая с 2018 г. государственная поддержка, направленная на модернизацию производства, снижение экологической нагрузки и повышение эффективности [1, 2].

Перспективы отрасли связаны с внедрением экологических технологий, расширением экспортных направлений и поддержкой малых форм хозяйствования

[2, 8]. Особую актуальность приобретает разработка и внедрение препаратов с иммуностимулирующим и иммуномодулирующим действием, альтернативных антибиотикам, включая иммунотропные и иные биологически активные соединения [4, 9].

Цель настоящей работы – на основании анализа литературных данных и экспериментального материала обосновать эффективность применения препарата иммуномодулирующего действия «Иммбаклиз С» в отношении поросят на доращивании. Задачи исследования – провести экспериментальную оценку иммуномодулирующего действия препарата «Иммбаклиз С» и определить его влияние на иммунологические показатели крови поросят.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование проводилось в условиях свиноводческого комплекса промышленного типа на территории Московской области Коломенского городского округа п. Индустрия в период с апреля по июль 2024 г. В опыт было включено 60 поросят на доращивании, отобранных по принципу аналогов: метисы породы ландрас и крупная белая, самки, возраст 22–113 сут, вес 7–48 кг. Все животные были выращены на территории ООО СПК «Машкино», во время исследования не перемещались и находились в стандартных условиях содержания. Животные были разделены на две группы по 30 гол.: контрольную и опытную. В обеих группах свинкам обеспечивались идентичные условия содержания, включая зоогигиенические параметры, кормление, ветеринарное сопровождение и режимы освещения [10]. Опытная

группа получала в рацион препарат «Иммбаклиз С» – биологически активную добавку с выраженным иммуномодулирующим и пробиотическим действием.

«Иммбаклиз С» (правообладатель; владелец регистрационного удостоверения ООО «НИТА-ФАРМ») – иммуностропное средство, иммуномодулятор (фармакотерапевтическая группа; код АТХ-классификации, рекомендованной Всемирной организацией здравоохранения: другие иммуномодуляторы); гранулы, покрытые оболочкой, с модифицированным высвобождением для орального применения; в 1 г в качестве действующего вещества содержит белковолиполисахаридный комплекс антигенов, полученный из лизата бактерий *Bordetella bronchiseptica*, *Haemophilus parasuis*, *Streptococcus suis* – 10 мг, а также вспомогательные вещества: глутамат натрия, D-маннит, пропилгаллат, макрогола цетостеариловый эфир (полиэтиленгликоль-25-цетостеариловый эфир), сахар, повидон К-30, краситель пищевой хинолиновый желтый (Е104), мел.

Вещество вводилось в соответствии с инструкцией производителя (0,6 г на 1 кг корма) в дозировке, рассчитанной на массу тела животного, ежедневно в течение каждого курса. Контрольная группа получала стандартный рацион без введения каких-либо дополнительных средств. Схема проведения эксперимента включала три повторяющихся курса: I курс – апрель – май, II курс – май – июнь, III курс – июнь – июль 2024 г. Каждый курс длился 14 дней с интервалами в 21 день. В каждом из трех курсов проводился четырехкратный забор крови из яремной вены: 0-й день – до начала применения препарата, 8-й день – на стадии становления иммунного ответа, 15-й день – на пике терапевтического действия, 22-й день – по завершении курса. Лабораторные исследования крови выполнялись на кафедре ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева.

Объем крови, отбираемой за одно взятие, составлял не более 10 мл, что не превышает допустимых норм и не оказывает негативного влияния на физиологическое состояние животных [11]. Не допускалось применение исследуемого препарата «Иммбаклиз С» совместно с плановыми вакцинациями и антибиотиками для исключения искажения результатов исследования. Анализ проводился по следующим показателям: содержание иммуноглобулинов классов IgG и IgM – методом иммуноферментного анализа (ELISA); относительное и абсолютное количество Т- и В-лимфоцитов – методом проточной цитометрии; фагоцитарная активность – методом микроскопии. Данные обрабатывались с использованием пакета статистического анализа Statistica v.13.0. Для проверки достоверности различий использовался точный критерий Фишера и U-критерий Манна – Уитни. Уровень статистической значимости был принят равным $p \leq 0,05$.

Протокол исследования был одобрен местным этическим комитетом. Все процедуры с животными осуществлялись в соответствии с принципами гуманного обращения [12]. Во время всего эксперимента ни у одного животного не было зафиксировано отклонений от нормы в поведении и физиологии.

Выбор изучаемых параметров основывался на чувствительности Т- и В-клеточного иммунитета к воздействию иммуномодулирующего препарата [13]. Исследования показывают, что при использовании биологически активных веществ наблюдаются рост

титров иммуноглобулинов и активация фагоцитоза [6]. Биологически активные вещества также способствуют нормализации микробиоты кишечника и подавлению воспалительных процессов [14]. «Иммбаклиз С», по предварительным данным, может быть отнесен к добавкам с пролонгированным действием. Его эффективность может возрастать при курсовом применении с интервалами в 30 дней.

Физиологические особенности поросят на дорастивании в возрасте 22–113 сут предполагают активную морфогенетическую перестройку кишечника [15]. В это время формируются крипты и удлиняются ворсинки тонкого кишечника, происходит созревание лимфоидной ткани [16]. Биологически активные добавки, введенные в этот период, повышают резистентность организма к условно-патогенной микрофлоре. Это подтверждается экспериментальными данными об увеличении выработки защитной слизи и активации клеток эпителия тонкой кишки [17].

Повторяемость условий эксперимента обеспечивалась за счет автоматизированных систем кормления и водоснабжения [18]. Температура, влажность и уровень аммиака контролировались ежедневно. Партии корма были стандартизированы и проверялись на наличие микотоксинов [19]. Такой контроль внешних факторов исключал влияние на иммунный ответ [8], что соответствует принципам воспроизводимости в ветеринарных научных исследованиях [20].

Испытание было основано на многогранном подходе, который сочетал в себе иммунологические, физиологические и гигиенические аспекты контроля. На каждом этапе осуществлялся мониторинг не только лабораторных показателей, но и таких факторов, как поведение, продуктивность и потребление корма. Свинкам из обеих групп обеспечивалась равная двигательная активность. Содержание осуществлялось в индивидуальных станках. Это позволило минимизировать вариативность внутри групп.

Методология исследования соответствовала международным стандартам, касающимся работы с сельскохозяйственными животными [13]. При этом учитывались как суточные, так и сезонные изменения физиологических функций [21]. Все животные содержались в одном помещении на протяжении всего эксперимента. Персонал, осуществляющий уход за животными, не имел информации о том, какая группа является контрольной, что устраняло возможность предвзятости. Использование такой слепой схемы способствовало повышению объективности полученных результатов.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Для анализа показателей иммунного статуса ремонтных свинок после курсового применения препарата «Иммбаклиз С» были использованы данные, полученные методом нахождения средних значений по контрольной и опытной группам, на основании индивидуальных заключений о состоянии здоровья животных. На основании этих данных были рассчитаны средние значения по каждому иммунологическому параметру и оформлены в таблицы для дальнейшего сравнительного анализа между группами. Проведен анализ динамики действия препарата в рамках каждого курса, а также сводных данных.

По итогам I курса применения препарата «Иммбаклиз С» у поросят опытной группы наблюдалось

Таблица 1

Средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп по итогам I курса (апрель – май 2024 г.)

Table 1

Mean immunological parameters in pigs of control and experimental groups after course I (April – May 2024)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,20 \pm 0,11$	$4,55 \pm 0,05$
Т-лимфоциты, %	$25,12 \pm 0,68$	$20,10 \pm 0,18$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$4,01 \pm 0,08$	$3,39 \pm 0,03$
В-лимфоциты, %	$18,77 \pm 0,35$	$15,15 \pm 0,13$
Фагоцитарная активность, %	$64,88 \pm 0,30$	$56,98 \pm 0,17$
IgG, мг/мл	$7,58 \pm 0,17$	$6,25 \pm 0,13$
IgM, мг/мл	$2,82 \pm 0,10$	$2,40 \pm 0,08$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0,005$).

значительное увеличение уровня Т-лимфоцитов (табл. 1). Абсолютное содержание клеток данной популяции составило $5,20 \times 10^9/\text{л}$ против $4,55 \times 10^9/\text{л}$ в контрольной группе (прирост 14,29%, $p < 0,001$). Относительное количество Т-лимфоцитов также увеличилось – 25,12% по сравнению с 20,10% у контрольных животных (разница 5,02 п. п., $p < 0,001$). Эти изменения указывают на активацию клеточного иммунного ответа, что согласуется с результатами, полученными при использовании иммуномодулирующих препаратов, способных повышать активность Т-клеточного звена у сельскохозяйственных животных [11, 18]. «Иммбаклиз С», как препарат с выраженными иммуностимулирующими свойствами, способствует усилению функциональной активности лимфоцитарного звена и формированию устойчивой клеточной защиты.

Сравнительный анализ показателей гуморального звена иммунитета также выявил положительную динамику у поросят опытной группы. Абсолютное количество В-лимфоцитов достигло $4,01 \times 10^9/\text{л}$ против $3,39 \times 10^9/\text{л}$ в контроле (прирост 18,30%, $p < 0,001$), а относительное содержание составило 18,77% по сравнению с 15,15% (разница 3,62 п. п., $p = 0,0102$). Увеличение

численности В-клеток свидетельствует об активации продукции антител, что особенно важно в контексте ранней иммунопрофилактики у поросят. Согласно литературным данным, иммуномодуляторы активизируют гуморальное звено за счет стимулирования дифференцировки В-лимфоцитов и усиления синтеза иммуноглобулинов [22, 23, 24]. Такие препараты позволяют формировать функционально полноценный гуморальный ответ уже на ранних этапах выращивания [17, 25].

Фагоцитарная активность нейтрофилов в опытной группе составила 64,88% против 56,98% в контрольной (разница 7,90 п. п., прирост 13,86%, $p < 0,001$). Это указывает на усиление неспецифической резистентности организма и активацию врожденного иммунного ответа. Повышение фагоцитарной функции говорит о системном влиянии «Иммбаклиз С» на неспецифическую защиту, включающую активацию лизосомального аппарата и секрецию цитокинов [9, 10]. Иммуностимулирующие вещества также усиливают экспрессию поверхностных рецепторов на фагоцитах, что повышает их антигенраспознающую способность [9, 25].

Показатели содержания иммуноглобулинов подтверждают общую тенденцию к повышению специфического иммунного ответа у поросят опытной группы. Уровень IgG составил 7,58 мг/мл против 6,25 мг/мл у контрольных животных (прирост 21,28%, $p < 0,001$), а IgM достиг 2,82 мг/мл против 2,40 мг/мл в контроле (прирост 17,50%, $p < 0,001$). Эти изменения интерпретируются как активация первичного и вторичного гуморального ответа, особенно при повторных иммуностимулирующих воздействиях. Литературные источники подчеркивают, что иммуномодуляторы усиливают синтез IgG и IgM через активацию В-клеток и улучшение кооперации между Т- и В-лимфоцитами [21, 26]. Подобная динамика позволяет формировать устойчивый и сбалансированный гуморальный иммунитет у молодняка [12, 16].

Во время II курса эксперимента продолжилась положительная динамика изменения иммунологических показателей у поросят опытной группы по сравнению с контрольной (табл. 2). Абсолютное количество Т-лимфоцитов составило $5,42 \times 10^9/\text{л}$, тогда как в контрольной группе оно было на уровне $4,58 \times 10^9/\text{л}$ (прирост 18,34%, $p < 0,001$). Относительное содержание Т-клеток достигло 32,63% против 20,23% у контрольных животных (разница 12,40 п. п., $p < 0,001$). Эти данные указывают на нарастающее активирующее воздействие препарата «Иммбаклиз С» на клеточное звено иммунной системы. Согласно литературным источникам, продолжительное применение иммуностимуляторов способствует усиленной дифференцировке Т-лимфоцитов и укреплению популяционного иммунного ответа у молодняка свиней [4, 14, 15].

Аналогичное направление изменений зафиксировано по В-лимфоцитам. Абсолютное их содержание в опытной группе составило $3,87 \times 10^9/\text{л}$ против $3,62 \times 10^9/\text{л}$ у контроля (прирост 6,90%, $p = 0,0149$), а относительное – 28,76% против 15,31% (разница 13,45 п. п., $p < 0,001$). Это может свидетельствовать о продолжающейся активации гуморального иммунного звена, способствующего выработке специфических антител. Иммуностимулирующие препараты, как показано в ряде работ, активируют В-клетки, повышают эффективность их антигенпрезентирующей функции и стимулируют продукцию иммуноглобулинов [22, 23, 24]. Эти механизмы важны на этапе формирования адаптивного

Таблица 2

Средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп по итогам II курса (май – июнь 2024 г.)

Table 2

Mean immunological parameters in pigs of control and experimental groups after course II (May – June 2024)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,42 \pm 0,39$	$4,58 \pm 0,26$
Т-лимфоциты, %	$32,63 \pm 6,59$	$20,23 \pm 1,09$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,87 \pm 0,51$	$3,62 \pm 0,16$
В-лимфоциты, %	$28,76 \pm 9,89$	$15,31 \pm 0,80$
Фагоцитарная активность, %	$65,80 \pm 1,26$	$55,41 \pm 0,81$
IgG, мг/мл	$7,42 \pm 1,10$	$6,61 \pm 0,34$
IgM, мг/мл	$3,05 \pm 0,41$	$2,73 \pm 0,51$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0,005$).

иммунитета и повышения резистентности молодняка к инфекционным агентам [17, 25].

Фагоцитарная активность в опытной группе достигла 65,80%, тогда как в контрольной группе она составила 55,41% (разница 10,39 п. п., прирост 18,75%, $p < 0,001$). Данные указывают на устойчивое усиление врожденного иммунного ответа при повторном введении «Иммбаклиза С». Иммуностимуляторы способны повышать активность нейтрофилов и макрофагов, а также усиливать их способность к распознаванию и уничтожению патогенов [10, 27]. Согласно литературным источникам, применение иммуномодулирующих средств сопровождается стимуляцией фагоцитоза за счет активации рецепторных комплексов и продукции медиаторов врожденного иммунитета [9, 18].

Показатели иммуноглобулинов демонстрируют дальнейшее усиление гуморального иммунитета. Уровень IgG в опытной группе составил 7,42 мг/мл против 6,61 мг/мл в контроле (прирост 12,25%, $p = 0,0005$), а IgM – 3,05 мг/мл против 2,73 мг/мл (прирост 11,72%, $p = 0,0097$). Это отражает активацию как первичного, так и вторичного иммунного ответа и свидетельствует об устойчивом иммуностимулирующем эффекте «Иммбаклиза С». По данным литературы, иммуномодуляторы усиливают экспрессию генов, отвечающих за синтез IgG и IgM, а также повышают взаимодействие между Т- и В-лимфоцитами, что способствует комплексной активации иммунной системы [21, 26]. Эти наблюдения подтверждаются экспериментальными результатами текущего исследования и подчеркивают эффективность курсового применения препарата.

На III курсе применения биологически активной добавки «Иммбаклиз С» наблюдалась устойчиво положительная динамика иммунологических показателей у поросят опытной группы по сравнению с контрольной (табл. 3). Абсолютное количество Т-лимфоцитов в опытной группе составило $5,56 \times 10^9/\text{л}$, что превышает значение в контроле ($4,55 \times 10^9/\text{л}$) на 22,20% ($p < 0,001$). Относительное содержание Т-клеток также оказалось выше: 33,10% против 19,94% у контрольных животных (разница 13,16 п. п., $p < 0,001$). Это подтверждает продолжающееся стимулирующее воздействие препарата «Иммбаклиз С» на клеточное звено иммунной системы. Аналогичные данные получены при длительном применении иммуномодулирующих средств, способствующих усиленной дифференцировке Т-лимфоцитов и поддержанию их функциональной активности [4, 14, 15].

Показатели В-лимфоцитов в опытной группе также демонстрировали рост. Абсолютное содержание составило $3,94 \times 10^9/\text{л}$ против $3,49 \times 10^9/\text{л}$ в контроле (прирост 12,90%, $p < 0,001$), а относительное – 29,00% по сравнению с 15,06% (разница 13,94 п. п., $p < 0,001$). Это свидетельствует о продолжающейся активации гуморального звена иммунитета. Подобные сдвиги характерны для курсового применения иммуностимулирующих препаратов, которые усиливают продукцию антител и повышают функциональную зрелость В-клеток [22, 23, 24]. Согласно литературным данным, воздействие иммуномодуляторов на адаптивный иммунитет проявляется в усилении активации В-лимфоцитов и повышении уровня иммуноглобулинов [17, 25].

Фагоцитарная активность в опытной группе составила 67,11% против 57,23% в контрольной (разница 9,88 п. п., прирост 17,26%, $p < 0,001$). Эти данные указывают на сохранение высокого уровня неспецифической ре-

Таблица 3
Средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп по итогам III курса (июнь – июль 2024 г.)

Table 3
Mean immunological parameters in pigs of control and experimental groups after course III (June – July 2024)

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,56 \pm 0,37$	$4,55 \pm 0,57$
Т-лимфоциты, %	$33,10 \pm 7,15$	$19,94 \pm 1,40$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,94 \pm 0,41$	$3,49 \pm 0,27$
В-лимфоциты, %	$29,00 \pm 10,13$	$15,06 \pm 0,47$
Фагоцитарная активность, %	$67,11 \pm 2,39$	$57,23 \pm 1,56$
IgG, мг/мл	$7,88 \pm 0,83$	$6,48 \pm 0,27$
IgM, мг/мл	$3,17 \pm 0,54$	$2,21 \pm 0,41$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0.005$).

зистентности, что является одним из показателей действия иммуностимулирующих средств. «Иммбаклиз С» способствует активации нейтрофилов и макрофагов, а также увеличению экспрессии молекул, ответственных за уничтожение патогенов [3, 9, 18, 27].

Уровень иммуноглобулинов в опытной группе также превосходил показатели контрольной. IgG составил 7,88 мг/мл по сравнению с 6,48 мг/мл (прирост 21,60%, $p < 0,001$), а IgM – 3,17 мг/мл против 2,21 мг/мл (прирост 43,44%, $p < 0,001$). Эти показатели свидетельствуют о мощной стимуляции как первичного, так и вторичного гуморального иммунного ответа. Длительное применение иммуномодуляторов способствует устойчивому синтезу иммуноглобулинов, о чем сообщает ряд авторов, отмечающих усиленную экспрессию генов IgG и IgM у животных при многократном введении иммуностимулирующих препаратов [21, 26].

Сравнительный анализ средних значений иммунологических показателей между опытной и контрольной группами по итогам трех курсов применения препарата «Иммбаклиз С» выявил достоверные отличия в пользу опытной группы (табл. 4). Абсолютное количество Т-лимфоцитов составило $5,39 \times 10^9/\text{л}$ против $4,56 \times 10^9/\text{л}$ (прирост 18,20%, $p < 0,001$), а относительное

Таблица 4
Обобщенные средние значения иммунологических показателей у поросят контрольной и опытной групп за весь период эксперимента

Table 4
Generalized mean immunological parameters in pigs from the control and experimental groups over the entire experimental period

Показатель	Опытная группа	Контрольная группа
Т-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$5,39 \pm 0,33$	$4,56 \pm 0,33$
Т-лимфоциты, %	$30,29 \pm 6,36$	$20,09 \pm 0,94$
В-лимфоциты, $10^9/\text{л}$	$3,94 \pm 0,35$	$3,50 \pm 0,19$
В-лимфоциты, %	$25,51 \pm 8,92$	$15,17 \pm 0,50$
Фагоцитарная активность, %	$65,93 \pm 1,72$	$56,54 \pm 1,25$
IgG, мг/мл	$7,62 \pm 0,75$	$6,45 \pm 0,28$
IgM, мг/мл	$3,01 \pm 0,39$	$2,45 \pm 0,41$

Достоверность по Фишеру $p \leq 0,005$ (Fisher's exact test $p \leq 0.005$).

содержание – 30,29% против 20,09% (разница 10,20 п. п., $p < 0,001$). Полученные данные свидетельствуют о сохранении активирующего влияния препарата на клеточный иммунитет и подтверждают его пролонгированное действие при курсовом применении. Иммуномодулирующее воздействие «Иммбаклиз С» способствует поддержанию функциональной активности Т-лимфоцитов и их устойчивой циркуляции в периферической крови [4, 14, 15].

Показатели В-лимфоцитов также продемонстрировали преимущество опытной группы. Абсолютное значение составило $3,94 \times 10^9/\text{л}$ против $3,50 \times 10^9/\text{л}$ в контроле (прирост 12,57%, $p < 0,001$), а относительное содержание – 25,51% против 15,17% (разница 10,34 п. п., $p < 0,001$). Это указывает на усиление гуморального иммунного ответа, связанного с пролиферацией В-клеток и их активацией на фоне систематического воздействия препарата. Иммуностимуляторы, включая «Иммбаклиз С», способствуют активации В-клеточного звена и стимулируют синтез иммуноглобулинов на всех этапах иммунного ответа [22, 23, 24].

Фагоцитарная активность нейтрофилов в опытной группе составила 65,93% по сравнению с 56,54% в контрольной (разница 9,39 п. п., прирост 16,60%, $p < 0,001$). Это подтверждает укрепление врожденной резистентности организма под действием препарата. «Иммбаклиз С» демонстрирует способность поддерживать активацию неспецифических механизмов иммунной защиты, включая стимуляцию фагоцитоза и экспрессию функциональных рецепторов на клетках врожденного иммунитета [3, 9, 18, 27].

Анализ содержания иммуноглобулинов выявил рост уровня IgG до 7,62 мг/мл в опытной группе против 6,45 мг/мл в контрольной (прирост 18,14%, $p < 0,001$), а также IgM – до 3,01 мг/мл против 2,45 мг/мл соответственно (прирост 22,86%, $p < 0,001$). Эти данные свидетельствуют о высокой активности гуморального звена иммунитета и сохранении эффекта иммуностимуляции на протяжении всего периода воздействия препарата. Иммуномодуляторы активизируют продукцию антител за счет усиления взаимодействия между Т- и В-лимфоцитами и экспрессии генов, ответственных за синтез иммуноглобулинов [21, 26].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Курсовое введение иммуномодулирующего препарата «Иммбаклиз С» поросётам на доращивании в возрасте 22–113 сут обусловило статистически значимое повышение показателей клеточного и гуморального звеньев иммунной системы, включая увеличение абсолютного и относительного содержания Т- и В-лимфоцитов, фагоцитарной активности нейтрофилов, а также концентрации иммуноглобулинов классов G и M, что указывает на активацию специфических и неспецифических механизмов иммунной защиты.

Различия между опытной и контрольной группами по всем ключевым иммунологическим параметрам во всех трех курсах имели высокую статистическую значимость ($p < 0,05$ – $0,001$), что подтверждает надежность полученных результатов и позволяет достоверно оценивать выраженное иммуностимулирующее действие препарата в условиях промышленного использования.

Динамика показателей в течение исследуемого периода свидетельствует о накопительном эффекте «Иммбаклиз С», особенно в отношении относительно-

го содержания В-лимфоцитов и уровня IgM, что может указывать на пролонгированное воздействие препарата при его многократном применении.

Полученные данные позволяют рассматривать «Иммбаклиз С» как эффективное средство иммунопрофилактики, потенциально пригодное для включения в ветеринарные схемы оздоровления и профилактики иммунодефицитных состояний у молодняка свиней, выращиваемого в условиях интенсивных технологий.

Ограничениями проведенного исследования являются использование животных одной возрастной категории, однородного генотипа и проведение опытов в пределах одного производственного комплекса, что определяет необходимость осторожного подхода при интерпретации и распространении полученных результатов на иные популяции и условия содержания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ковалев Ю. И. Текущие тенденции в свиноводстве России в новой реальности и среднесрочные перспективы до 2025 года. *Все о мясе*. 2023; (4): 8–13. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-8-13>
2. Бажов Г. М. Интенсивное свиноводство: учебник. СПб.: Лань; 2021. 416 с.
3. Овчинников А. А. Продуктивность свиноматок при использовании в рационе пробиотиков. *Вестник мясного скотоводства*. 2017; (1): 119–123. <https://elibrary.ru/yhpsrd>
4. Белооков А. А., Белоокова О. В., Чухутин Е. В., Горелик О. В. Эффективность применения пробиотиков в промышленном свиноводстве. *Аграрная наука*. 2022; (7–8): 98–101. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101> (на англ.)
5. Москаленко Е. А., Забашта Н. Н. Применение комбинированных пробиотиков в свиноводстве. *Сборник научных трудов СКНИИЖ*. 2016; 5 (3): 150–155. <https://elibrary.ru/wxzdj>
6. Даниленко В. Н., Ильясов Р. А., Юнес Р. А., Яненко А. С., Козловский Ю. Е., Сверчкова Н. В., Коломиец Э. И. Микробиом животных: поиск биологически активных ингредиентов для создания пробиотиков и фармабиотиков. *Успехи современной биологии*. 2022; 142 (4): 333–348. <https://elibrary.ru/rmmmmus>
7. Бровкина Л. И., Туов А. Р. Вертикальная агропромышленная интеграция как механизм решения финансовых проблем сельскохозяйственных предприятий. *Бизнес в законе*. 2011; (5): 238–241. <https://elibrary.ru/ogjvbn>
8. Плаксин И. Е., Плаксин С. И., Трифанов А. В. Тенденции и перспективы развития свиноводства в России. *АгроЭко-Инженерия*. 2022; (1): 155–168. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2022-1110-155-168>
9. Шкредов В. В. Повышение продуктивных качеств поросят в период доращивания при использовании новой пробиотической добавки Галлобакт-Ф: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Екатеринбург; 2022. 23 с.
10. Кузнецов А. Ф., Тюрин В. Г., Семенов В. Г., Холдоенко А. М., Рожков К. А. Гигиена и технологии содержания животных. СПб.: Лань; 2021. 380 с.
11. Южаков А. Г., Жукова Е. В., Алипер Т. И., Гулюкин А. М. Репродуктивно-респираторный синдром свиней: ситуация в России. *Свиноводство*. 2022; (5): 32–35. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-5-32-35>
12. Полковникова В. И. Свиноводство: учебное пособие. Пермь: ИПЦ «Прокрость»; 2022. 95 с.
13. Орлова В. С., Орлова Е. В., Тимохина А. С., Станишевский Я. М. Изучение иммуномодулирующих свойств препарата «Витанам». *Разработка и регистрация лекарственных средств*. 2017; (4): 248–255. <https://elibrary.ru/ztwvvt>

14. Сепп А. Л., Яшин А. В., Котылева М. П., Ермоленко Е. И., Коваленок Ю. К., Добровольский С. А., Громова Л. В. Влияние пробиотических энтерококков на активность пищеварительных ферментов и состояние микробиоты кишечника у поросят в период отъема. *Международный вестник ветеринарии*. 2019; (3): 99–103. <https://elibrary.ru/fpjeyb>
15. Левшин А. Д., Кульмакова Н. И., Латынина Е. С. Обменные процессы у чистопородных и помесных свиней в разные возрастные периоды. *Свиноводство*. 2022; (4): 50–52. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-4-50-52>
16. Кудрявцева Е. Н., Ковзов В. В., Островский А. В., Мотузко Н. С., Маковский Е. Г., Вишневец Ж. В. и др. Эндогенный контроль пищеварения сельскохозяйственных животных: учебно-методическое пособие. Витебск: ВГАВМ; 2023. 152 с.
17. Павлов А. В., Павлова С. В. Взаимосвязь между энергией роста и конверсией корма. *Свиноводство*. 2024; (5): 62–63. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-5-62-63>
18. Клетикова Л. В., Пономарев В. А., Якименко Н. Н., Пронин В. В. Морфоструктура печени поросят вьетнамской вислобрюхой породы на фоне применения комплекса биологически активных веществ. *Аграрный вестник Верхневолжья*. 2023; (2): 57–61. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2023-43-2-57-61>
19. Сыса Л. В., Сыса С. А. Основные факторы, негативно влияющие на состояние животных в условиях ряда свиноводческих хозяйств. *Животноводство и ветеринарная медицина*. 2022; (3): 26–29. <https://elibrary.ru/tjgzmz>
20. Кан Х., Цой З. В., Никулин Ю. П., Никулина О. А. Отходы рыбной промышленности в кормлении свиней. *Свиноводство*. 2023; (5): 32–34. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-5-32-34>
21. Абрамов С. В., Горлов И. Ф., Сложенкина М. И., Мосолов А. А., Стародубова Ю. В., Хорошевская Л. В. Кормовые добавки с подкисляющим эффектом в рационах поросят-отъемышей в условиях теплового стресса. *Свиноводство*. 2024; (8): 50–54. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-8-50-54>
22. Болотина Е. Н. Использование экструдированных кормов при откорме свиней. *Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии*. 2014; (1): 118–122. <https://elibrary.ru/saeykd>
23. Буяров В. С., Михайлова О. А., Буяров А. В., Крайс В. В. Современные технологии производства свинины: учебное пособие. Орел: Орловский ГАУ; 2014. 184 с. <https://elibrary.ru/uefnxt>
24. Попов В. С., Самбуров Н. В., Воробьева Н. В., Зорикова А. А. Вторичные иммунодефициты свиней: клинико-иммунологическая характеристика и принципы иммунокоррекции. *Вестник Курской государственной сельскохозяйственной академии*. 2016; (3): 57–61. <https://elibrary.ru/uesubx>
25. Бетин А. Н., Фролов А. И., Филиппова О. Б. Биологически активные добавки в кормлении подсосных свиноматок и поросят. *Свиноводство*. 2022; (1): 15–17. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-1-15-17>
26. Герасимович А. И., Туаева Е. В., Чабаяев М. Г. Биологически активные добавки в кормлении свиноматок. *Свиноводство*. 2023; (2): 19–22. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-2-19-22>
27. Бибиков С. О. Влияние биологически активных веществ разнонаправленного действия на продуктивность и клинико-физиологический статус свиней: дис. ... канд. с.-х. наук. Волгоград; 2020. 133 с.
28. Bazhov G. M. Intensive pig farming: Textbook. Saint Petersburg: Lan'. 2021. 416 p. (in Russ.)
29. Ovchinnikov A. A. Productivity of sows at the use of probiotics in the ration. *Animal Husbandry and Fodder Production*. 2017; (1): 119–123. <https://elibrary.ru/yhpsrd> (in Russ.)
30. Belookov A. A., Belookova O. V., Chukhutin E. V., Gorelik O. V. The efficiency of probiotics in industrial pig breeding. *Agrarian Science*. 2022; (7–8): 98–101. <https://doi.org/10.32634/0869-8155-2022-361-7-8-98-101>
31. Moskalenko E. A., Zabashta N. N. Usage of the combined probiotics in pig. *Collected Scientific Papers of SKNIIZH*. 2016; 5 (3): 150–155. <https://elibrary.ru/wxzdrj> (in Russ.)
32. Danilenko V. N., Ilyasov R. A., Yunes R. A., Yanenko A. S., Kozlovsky Yu. E., Sverchkova N. V., Kolomiets E. I. Microbiome of animals: search for biologically active ingredients for the creation of probiotics and pharmabiotics. *Biology Bulletin Reviews*. 2022; 142 (4): 333–348. <https://elibrary.ru/rmmms> (in Russ.)
33. Brovkina L. I., Tuov A. R. Vertical agroindustrial integration as the mechanism of the decision of financial problems of the agricultural enterprises. *Business in Law*. 2011; (5): 238–241. <https://elibrary.ru/ogjvbn> (in Russ.)
34. Plaksin I. E., Plaksin S. I., Trifanov A. V. Trends and prospects of pig breeding development in Russia. *AgroEkolnzheneriya*. 2022; (1): 155–168. <https://doi.org/10.24412/2713-2641-2022-1110-155-168> (in Russ.)
35. Shkredov V. V. Improving productive quality of piglets during finishing with the use of probiotic Gallobact-F: Author's abstract of thesis for degree of Cand. Sci. (Biology). Ekaterinburg; 2022. 23 p. (in Russ.)
36. Kuznetsov A. F., Tyurin V. G., Semenov V. G., Holdenko A. M., Rozhkov K. A. Animal management hygiene and technology. Saint Petersburg: Lan'; 2021. 380 p. (in Russ.)
37. Yuzhakov A. G., Zhukova E. V., Aliper T. I., Gulyukin A. M. Porcine reproductive respiratory syndrome: situation in Russia. *Pigbreeding*. 2022; (5): 32–35. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-5-32-35> (in Russ.)
38. Polkovnikova V. I. Pig farming: study guide. Perm: IPTs "Prokrost"; 2022. 95 p. (in Russ.)
39. Orlova V. S., Orlova E. V., Timokhina A. S., Stanishevskiy Ya. M. The study of immunomodulating properties of the Vitanam. *Drug Development & Registration*. 2017; (4): 248–255. <https://elibrary.ru/ztwvvt> (in Russ.)
40. Sepp A. L., Yashin A. V., Kotyleva M. P., Ermolenko E. I., Kavalionak Y. K., Dobrovolskiy S. A., Gromova L. V. Influence of the probiotic *Enterococcus* on the activity of digestive enzymes and the state of the intestinal microbiome in post-weaning piglets. *International Journal of Veterinary Medicine*. 2019; (3): 99–103. <https://elibrary.ru/fpjeyb> (in Russ.)
41. Levshin A. D., Kulmakova N. I., Latynina E. S. Metabolic processes in purebred and crossbred pigs at different age periods. *Pigbreeding*. 2022; (4): 50–52. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-4-50-52> (in Russ.)
42. Kudryavtseva E. N., Kovzov V. V., Ostrovsky A. V., Motuzko N. S., Makovsky E. G., Vishnevets Zh. V., et al. Endogenous control of digestion in farm animals: study guide. Vitebsk: Vitebsk State Academy of Veterinary Medicine; 2023. 152 p. (in Russ.)
43. Pavlov A. V., Pavlova S. V. Relationship between growth energy and feed conversion. *Pigbreeding*. 2024; (5): 62–63. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-5-62-63> (in Russ.)
44. Kletikova L. V., Ponomarev V. A., Yakimenko N. N., Pronin V. V. Morphostructure of the liver of pigs of the Vietnam bellow breed on the background of the application of a complex of biologically active substances. *Agrarian Journal of Upper Volga Region*. 2023; (2): 57–61. <https://doi.org/10.35523/2307-5872-2023-43-2-57-61> (in Russ.)
45. Sysa L. V., Sysa S. A. The main factors negatively influencing the state of animals in the conditions of a series of pig

REFERENCES

1. Kovalev Yu. I. Current trends in pig husbandry of Russia in the new reality and medium-term prospects up to 2025. *Vsyo o myase*. 2023; (4): 8–13. <https://doi.org/10.21323/2071-2499-2023-4-8-13> (in Russ.)

farms. *Animal Agriculture and Veterinary Medicine*. 2022; (3): 26–29. <https://elibrary.ru/tjgzmz> (in Russ.)

20. Kang H., Tsoy Z. V., Nikulin Yu. P., Nikulina O. A. Waste from the fishing industry in pig feeding. *Pigbreeding*. 2023; (5): 32–34. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-5-32-34> (in Russ.)

21. Abramov S. V., Gorlov I. F., Slozhenkina M. I., Mosolov A. A., Starodubova Yu. V., Khoroshevskaya L. V. Feed additives with acidifying effect in the diets of weaning piglets under conditions of thermal stress. *Pigbreeding*. 2024; (8): 50–54. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2024-8-50-54> (in Russ.)

22. Bolotina E. N. Extruded feeds use for pigs fattening. *Bulletin Samara State Agricultural Academy*. 2014; (1): 118–122. <https://elibrary.ru/saeykd> (in Russ.)

23. Buyarov V. S., Mikhailova O. A., Buyarov A. V., Kreis V. V. Modern technology of pork production: study guide. Orel: Orel State Agrarian University; 2014. 184 p. <https://elibrary.ru/uefnxt> (in Russ.)

24. Popov V. S., Samburov N. V., Vorobieva N. V., Zorikova A. A. Secondary immunodeficiency swine: clinical and immu-

nological characteristics and principles of immunocorrection. *Vestnik of Kursk State Agricultural Academy*. 2016; (3): 57–61. <https://elibrary.ru/uesubx>

25. Betin A. N., Frolov A. I., Filippova O. B. Biologically active additives in feeding suckling sows and piglets. *Pigbreeding*. 2022; (1): 15–17. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2022-1-15-17> (in Russ.)

26. Gerasimovich A. I., Tuaeva E. V., Chabaev M. G. The use of biologically active additives in feeding sows. *Pigbreeding*. 2023; (2): 19–22. <https://doi.org/10.37925/0039-713X-2023-2-19-22> (in Russ.)

27. Bibikov S. O. Effect of multidirectional biologically active substances on productivity and clinical-physiological status of pigs: Author's thesis for degree of Cand. Sci. (Agricultural Science). Volgograd; 2020. 133 p. (in Russ.)

Поступила в редакцию / Received 25.06.2025

Поступила после рецензирования / Revised 13.08.2025

Принята к публикации / Accepted 11.09.2025

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ / INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Садыхов Эдуард Фамилович, аспирант кафедры ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; eveterinar@mail.ru

Eduard F. Sadikhov, Postgraduate Student, Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia; eveterinar@mail.ru

Федотов Сергей Васильевич, д-р вет. наук, профессор, заведующий кафедрой ветеринарной медицины ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К. А. Тимирязева, г. Москва, Россия; <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>, serfv@mail.ru

Sergei V. Fedotov, Dr. Sci. (Veterinary Medicine), Professor, Head of the Department of Veterinary Medicine, Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russia, <https://orcid.org/0000-0002-0004-3639>, serfv@mail.ru

Вклад авторов: Садыхов Э. Ф. – проведение поисково-аналитической работы, концепция исследования, анализ результатов лабораторных исследований, составление таблиц, подготовка текста статьи; Федотов С. В. – научное руководство, редактирование статьи.

Contribution of the authors: Sadikhov E. F. – performing information retrieval and analysis, research concept, analysis of laboratory research results, compilation of tables, writing the manuscript; Fedotov S. V. – academic supervision, manuscript editing.