

---

---

**ПИТАНИЕ**

---

---

УДК 636.4.082.12:591.1

DOI: 10.25687/1996-6733.prodanimbiol.2025.4.93-101

**АКТИВИЗАЦИЯ ИММУННОЙ ФУНКЦИИ И УЛУЧШЕНИЕ ПРОДУКТИВНЫХ КАЧЕСТВ У СВИНЕЙ НА ОТКОРМЕ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ КОРМОВЫХ ФИТОБИОТИКОВ ИЗ ОБСУШЕННЫХ ПЛОДОВ КОРИАНДРА И ФЕНХЕЛЯ**

Волчёнков Ю. А., Остренко К. С.

*ВНИИ физиологии, биохимии и питания – филиал ФНИЦ животноводства – ВИЖ им. Л.К. Эрнста, Боровск Калужской области, Российская Федерация*

Традиционная практика использования в свиноводстве кормовых антибиотиков не актуальна ввиду принятия в РФ законов по ограничению использования данных препаратов в профилактических мероприятиях. Обеспечить потребность населения в безопасной свинине представляется возможным за счёт использования кормовых добавок фитобиотиков. Цель исследования – оценить влияние добавки в рацион фитобиотиков из обрубленных плодов кориандра *Coriandrum sativum* L., и фенхеля *Foeniculum vulgare* Mill на статус иммунной функции и динамику приростов ЖМ у свиней в период откорма. Были сформированы 3 группы (n=5) помесных боровков (F1: Д\*Л) в возрасте 3 мес. с живой массой 37-38 кг; 1-я группа – контрольная, во 2-й и 3-й группе в состав корма на протяжении трёх месяцев вводили обрубленные плоды кориандра и фенхеля в количестве 23 и 15 г/сутки, эквивалентном 0,5 мл эфирного масла. Уровень экспрессии генов провоспалительных цитокинов оценивали в реакции ПЦР по разности числа пороговых циклов для исследуемых генов и референтного гена ( $\Delta C_t$ ) с поправкой на уровень  $\Delta C_t$  в контрольной группе ( $\Delta \Delta C_t$ ). В опытных группах зафиксировано снижение экспрессии генов IL6 и IL8 в сравнении с контролем. Во II группе снизился уровень экспрессии, оцененный по величине  $\Delta \Delta C_t$ , для IL6 ( $P < 0,01$ ) и IL8 ( $P < 0,01$ ); в III группе – для IL6 ( $P < 0,05$ ). В обеих группах зафиксировано увеличение приростов живой массы ( $P < 0,05$ ) относительно контроля к концу откорма, что можно объяснить иммуномодулирующим эффектом кормовых добавок. Заключение, что использованные фитодобавки обладают достаточным потенциалом в области профилактики здоровья и регуляции метаболизма у продуктивных животных.

*Ключевые слова: свиньи на откорме, кормовые фитобиотики, Coriandrum sativum, Foeniculum vulgare, иммунный статус, интерлейкины, экспрессия генов, мясная продуктивность.*

*Проблемы биологии продуктивных животных. 2025. 4: 93-101*

**Введение**

Эффективность свиноводства на современном этапе определяется реализацией генетического потенциала животных, в основе которого лежит поддержание основных физиологических процессов и повышение общей реактивности организма. В контексте технологического выращивания, свиньи подвергаются влиянию раздражающих факторов различного генеза, что вынуждает организм животного перераспределять пластический и энергетический материал не на процессы роста и развития, а на поддержание гомеостаза и борьбу с негативными воздействиями (Волчёнков, Остренко. 2024). Результатом реакции организма на активацию иммунного ответа, стресс и субклиническое воспаление служит снижение

среднесуточных приростов, ухудшение конверсии корма, и, как следствие, увеличение сроков откорма, что наносит существенный экономический ущерб (Скворцова и др., 2021).

В системе промышленного животноводства антибактериальные препараты традиционно применяются с целью коррекции микробиоценоза желудочно-кишечного тракта. Их механизм действия заключается в супрессии катаболически активной микрофлоры и снижении концентрации кишечных аминов (Шманенков, 1978). Следствием этого является модуляция иммунного статуса, профилактика диарейных синдромов, интенсификация потребления корма, оптимизация метаболических процессов и повышение коэффициентов усвояемости питательных веществ (Кузнецова и др., 2016). Совокупность указанных эффектов оказывает позитивное влияние на продуктивные показатели животных, что позволяет классифицировать кормовые antimicrobные препараты в качестве стимуляторов роста (AGP – Antibiotic Growth Promoters) (Тимофеев, 2021).

Вместе с тем, нарушение регламентов применения антибиотических стимуляторов роста (АСР) в составе рационов провоцирует неравномерное поступление действующих веществ, что создаёт селективное давление на условно-патогенную микрофлору. Данный процесс способствует возникновению мутаций и формированию антибиотикорезистентности, ведущей к появлению устойчивых бактериальных штаммов (Yang et al., 2015; Подобед, 2019; Скворцова и др., 2021).

На фоне роста народонаселения, дефицита продовольствия и возрастающей потребности в животных белках актуализируется задача разработки эффективных и безопасных методов интенсификации животноводства. В РФ данная стратегическая цель закреплена на законодательном уровне. (Волчёнкова и др., 2024). Масштабы применения кормовых antimicrobных препаратов остаются значительными: по данным на 2010 год, их глобальное потребление достигло 63 151 тонны, при этом в свиноводстве удельный показатель составил 172 мг/кг ЖМ (Van Voeckel et al., 2015). С учётом того, что свинина занимает одну из лидирующих позиций в рационе человека, необходимо соблюдать меры, не допускающие попадание метаболитов противомикробных препаратов, поскольку они отрицательно сказываются на жизненно важных процессах, в частности могут быть причиной аутоиммунных заболеваний и дестабилизации соотношения нормофлоры и условно-патогенных микроорганизмов желудочно-кишечного тракта.

Оптимальным решением по снижению антибиотикозависимости в животноводческом секторе сельского хозяйства является использование в профилактических мероприятиях препаратов на растительной основе, что допускает использование антибиотиков в рамках необходимых схем терапии, но ограничивает их использование на клинически здоровом поголовье (Остренко и др., 2024). Исходя из этого, укрепление общей реактивности животного возможно при использовании в рационах эфирных масел, которые обладают значительным потенциалом для корректирующего действия в отношении иммунной системы. Применение вторичных метаболитов основывается на их способности предотвращать развитие патологии путём профилактики заболеваний и модуляции иммунного ответа.

Вопросы поиска наиболее эффективных фитодобавок являются первостепенными, поскольку направленное действие эфирных масел зависит от региона выращивания, а более благоприятный климат способствует накоплению действующих компонентов (Савчук, 2006). Полуостров Крым, ввиду его географического положения, является оптимальным местом для получения сырья, отвечающего строгим критериям стандартов качества, в особенности таких эфиромасличных культур, как кориандр посевной и фенхель обыкновенный (Невкрытая и др., 2022). Ключевой механизм antimicrobного действия эфирных масел кориандра посевного и фенхеля обыкновенного (Волчёнкова и др., 2024) заключается в повреждении цитоплазматической мембраны бактериальной клетки, что приводит к нарушению её барьерной функции, повышению проницаемости и дестабилизации, а жизненно важные ионы и метаболиты

высвобождаются во внешнюю среду. Данный процесс сопровождается коллапсом протонного градиента и истощением внутриклеточного пула АТФ, что в конечном итоге вызывает гибель клетки.

Помимо прямой антимикробной активности, эфирные масла обладают значительным иммуномодулирующим потенциалом. Они стимулируют клеточное звено иммунитета, активируя макрофаги, усиливая фагоцитоз и индуцируя пролиферацию лимфоцитов. Важным аспектом является их способность регулировать цитокиновый баланс в сторону преобладания противовоспалительных цитокинов, что ограничивает развитие избыточного иммунного ответа (Волченков, Остренко, 2025). Параллельно эфирные масла проявляют противовоспалительные свойства, основным механизмом которых служит ингибирование ключевых провоспалительных путей, таких как NF-κB и COX-2 (Шарипов, 2009). Это позволяет контролировать интенсивность воспалительной реакции и предотвращать истощение иммунной системы.

Дополнительным благоприятным эффектом является укрепление кишечного барьера. Эфирные масла усиливают продукцию муцинов и способствуют консолидации эпителиального слоя, тем самым снижая риск транслокации патогенов и их метаболитов.

Использование эфирных масел в полном технологическом цикле выращивания свиней практически обоснованно, но в экономическом аспекте, ввиду их стоимости, нецелесообразно. Оптимальным решением по поддержанию эффекта от применения эфирных масел является добавка в корм предшественников фитогенов, в том числе в форме измельчённых (обрушенных) плодов эфирномасличных культур, из которых методом паровой дистилляции получают эфирные масла. Зная концентрацию эфирных масел в обрушенных плодах кориандра и фенхеля, можно эффективно использовать эти фитобиотики для иммунной модуляции и улучшения продуктивных качеств свиней (Волченков, Остренко, 2025).

Цель исследования – изучение иммуномодулирующего и продуктивного эффекта добавки фитобиотиков из обрушенных плодов кориандра посевного и фенхеля обыкновенного у молодняка свиней.

### **Материал и методы**

Научно-исследовательская работа выполнена в лаборатории иммунобиотехнологии и микробиологии и на базе вивария ВНИИФБИП. Были сформированы 3 группы (n=5) помесных боровков (F1: Д\*Л) в возрасте 3 мес. с живой массой 37-38 кг; 1-я группа – контрольная, во 2-й и 3-й группах в корм были введены добавки технически обрушенных плодов кориандра посевного (*Coriandrum sativum L.*) и фенхеля обыкновенного (*Foeniculum vulgare Mill.*) в суточной дозе 23 и 15 г, соответственно (0,5 мл эфирного масла). во 2-й и 3-й группах в состав корма на протяжении трёх месяцев вводили обрушенные плоды кориандра и фенхеля в количестве 23 и 15 г/сутки, соответственно. Основной рацион (ОР) для интактной и опытных групп включал в себя полнорационный комбикорм СК-5 в форме смеси (табл. 2). Контрольная группа не получала кормовые добавки, Введение фитодобавок осуществлялось путём ежедневного замешивания в полнорационную смесь. Технически обрушенные плоды эфиромасличных культур были получены путём механического нарушения целостности плодовой оболочки на зернодробилке (производитель – НИИСХ Крыма). Трактовка экспериментальных данных по положительным эффектам фитобиотиков основана на информации о наличии в них биологически активных субстанций – эфирных масел, основным компонентом которых в кориандре является линалоол, а в фенхеле – анетол. Схема опыта и данные по составу рациона представлены в табл. 1 и 2.

Оценку динамики роста, т.е. учёт абсолютного и среднесуточного прироста живой массы осуществляли в конце первого (на 45-е сутки) и второго (на 90-е сутки) периодов откорма. При постановке опыта проведено предварительное контрольное взвешивание. Определение иммуномодулирующего эффекта плодов кориандра посевного и фенхеля обыкновенного

основано на оценке уровня относительной экспрессии генов IL-6 и IL-8, ассоциированных с иммунным статусом организма животных.

Таблица 1. Схема эксперимента

Группы	n	Характеристика кормления
I (контроль)	5	ОР
II	5	ОР + добавка 23 г плодов кориандра / сут
III	5	ОР + добавка 15 г плодов фенхеля / сут

Таблица 2. Состав и питательность комбикорма

Состав	Показатели питательности		
	Наименование	Ед. изм.	Кол-во
Пшеница	ОЭ свиней	МДж/кг	13,7
Ячмень	ОЭ раст свиней	МДж/кг	13,5
Кукуруза	Сырой протеин	%	21,7
Соя полножирная	Сырой жир	%	7,63
Шрот соевый	Сырая зола	%	4,17
Жмых подсолнечный	Сырая клетчатка	%	3,38
Сыворотка сухая	Лизин	%	1,26
ЗЦМ	Метионин	%	0,74
Мука мясокостная	Треонин	%	1,03
Масло подсолнечное	Триптофан	%	0,68
Лизин	Валин	%	1,22
Метионин	Са	%	0,71
Треонин	Р	%	0,61
Триптофан	Na	%	0,16
Валин	Cl	%	0,21
Холин хлорид	Витамин А	тыс. МЕ/кг	5,10
Премикс	Витамин Е	мг/кг	5,10
	Витамин В <sub>12</sub>	мг/кг	0,043
	Fe	мг/кг	8,50
	Cu	мг/кг	10,20
	Zn	мг/кг	37,40

Отбор венозной крови осуществляли из яремной вены в вакуумные пробирки с наполнителем К<sub>2</sub>ЭДТА в конце второго периода откорма. Экспрессию генов IL-6, IL-8 анализировали с использованием ПЦР в реальном времени (RT-PCR). Тотальную РНК экстрагировали из полученных образцов с использованием набора «РИБО-преп» («AmpliSens», Россия) и инкубировали в холодильнике (2-8°C) в течение 12 ч. Обратную транскрипцию проводили с набором «РЕВЕРТА-L» («AmpliSens», Россия) для получения кДНК. Концентрацию кДНК измеряли на флуориметре MAXLIFE Fluorimeter 2.0 с набором «dsDNA 2.0-500 V2.0 MAXLIFE». Реакцию амплификации проводили на амплификаторе «АНК-М» с набором «HS-qPCR SYBR Blue 2x» («Биолабмикс», Россия). Все реакции выполнены в 3 повторностях.

Для оценки относительного уровня экспрессии генов проводили анализ динамики накопления продуктов реакции с учётом количества и длительности пороговых циклов (Ct). Длительность Ct зависит от исходного количества ДНК-мишени (кДНК как производное общей мРНК): чем больше количество ДНК в образце, тем раньше наблюдается начало роста сигнала флуоресценции и тем короче пороговый цикл. При равной эффективности реакций в образцах эти показатели позволяют оценить относительную концентрацию продукта, т.е. сравнение пороговых циклов двух реакций относительно референсной матрицы (ДНК) позволяет оценить количество амплифицированного продукта (мРНК генов-мишеней), поступившего в реакцию в

равном объёме раствора кДНК с использованием референсного гена «домашнего хозяйства» GAPDH (Glyceraldehyde-3-Phosphate Dehydrogenase). При обработке результатов использовали методику (Livak, Shmitgen, 2001), для чего рассчитывали средние значения продолжительности пороговых циклов по группе и вычисляли разность значений ( $\Delta Ct$ ) между искомым геном и геном GAPDH, а также величину  $\Delta Ct$  между опытной и контрольной группами  $\Delta\Delta Ct = \Delta Ct_{\text{опыт}} - \Delta Ct_{\text{контроль}}$ .

Используемые режимы амплификации и список видоспецифичных (*Sus scrofa domestica*) праймеров представлены в табл. 3 и 4.

**Таблица 3. Режимы проведения ПЦР амплификации в реальном времени**

Циклы	Темп-ра, °С	Продолжительность цикла	Кол-во циклов
Первичная денатурация	95	5 мин	1
Денатурация	95	20 сек	45
Отжиг	55-56	40 сек	
Элонгация	72	30 сек	

**Таблица 4. Используемые праймеры**

Праймер	Ген-мишень	Олигонуклеотидная последовательность (5'-3')
И6_Ss_F	И6	CGGATGCTTCCAATCTGGGT
И6_Ss_R		TCCACTCGTTCTGTGACTGC
И8_Ss_F	И8	GGACCCCAAGGAAAAGTGGGT
И8_Ss_R		GGAGCCACGGAGAATGGGT
GAPDH_Ss_F	GAPDH	GAGTGAACGGATTTGGCCG
GAPDH_Ss_R		GTTCTCCGCCTTGACTGTGC

Примечание: F – прямой праймер, R – обратный праймер.

### Результаты и обсуждение

Процесс откорма свиней был разделен на две последовательные фазы. Первая фаза (доразивание) продолжалась до достижения животными живой массы 70 кг. Вторая фаза (заключительный откорм) проводилась до выхода на товарные кондиции с живой массой 110-120 кг. Зоотехнические показатели представлены в табл. 5.

В первый период откорма введение в корм плодов эфиромасличных культур оказало положительное влияние на рост свиней. По сравнению с контрольной группой (I), животные II группы превосходили по конечной живой массе на 4,3 кг ( $P < 0,05$ ), а животные III группы – на 3,0 кг).

Во второй период откорма животные опытных групп превосходили контроль по живой массе ( $P < 0,05$ ): на 10 кг во II группе и на 8 кг в III группе. В течение второго периода откорма также наблюдалось значительное увеличение среднесуточных приростов ЖМ в опытных группах относительно контроля ( $P < 0,05$ ).

Полученные данные согласуются с результатами других исследований, демонстрирующих эффективность фитогенных добавок. Так, эфирное масло на основе тимола и коричневого альдегида положительно влияло на рост свиней и конверсию корма (Li et al., 2012). В другом исследовании при добавлении экстракта оливы выявлено увеличение среднесуточного прироста у молодняка свиней (Shao et al., 2023). Повышенная интенсивность роста свиней в нашем исследовании с большой вероятностью может быть связана с иммуномодулирующими свойствами эфирных масел семян, находившихся в составе кормовой добавки обрубленных плодов кориандра и фенхеля (табл. 6).

Таблица 5. Влияние фитобиотиков кориандра посевного и фенхеля обыкновенного на показатели прироста живой массы за периоды исследования (M±m, n=5)

Показатели	Группы		
	I (контроль)	II (кориандр)	III (фенхель)
Откорм (1-й период) - 45 дней			
Живая масса в конце периода (4,5 мес.), кг	70,4 ± 1,1	74,7 ± 1,3*	73,4 ± 1,2
Абсолютный прирост ЖМ, кг	33,4 ± 0,5	36,8 ± 1,1*	35,3 ± 0,6*
Среднесуточный прирост за период, г	742 ± 14	818 ± 24	785 ± 11
Живая масса в % к контролю		106	104
Откорм (2-й период) - 45 дней			
Живая масса в конце периода (6 мес), кг	111 ± 3	121 ± 3*	119 ± 2*
Абсолютный прирост ЖМ, кг	40,4 ± 1,6	46,3 ± 1,9*	45,5 ± 1,2*
Среднесуточный прирост за период, г	897 ± 28	1030 ± 41*	1010 ± 36*
Живая масса в % к контролю		109	107

Примечание: \* P<0,05 по t-критерию при сравнении с контролем.

Согласно современным представлениям (Сташкевич и др., 2016), иммунный гомеостаз поддерживается за счёт сбалансированного синтеза про- и противовоспалительных цитокинов на низком уровне. Кратковременное повышение экспрессии провоспалительных цитокинов, таких как IL6 и IL8, является нормальной адаптивной реакцией на патогены или повреждение тканей. Однако их хронически повышенный уровень свидетельствует о развитии патологического процесса различной степени тяжести (Курчевенко, Бодиенкова, 2013; Каркищенко, 2021).

Таблица 6. Относительный уровень экспрессии генов в группах (M±m, n=3).

Ген	Группы	Ct гена	Ct GAPDH	ΔCt	ΔΔCt
IL6	I (контроль)	23,1±0,2	31,4±0,5	-8,3±0,3	0,0±0,3
	II (кориандр)	24,8±1,5	30,6±1,1	-5,8±0,3**	2,5±0,5**
	III (фенхель)	25,3±2,6	30,1±2,9	-4,8±0,3**	3,4±0,5**
IL8	I (контроль)	35,3±1,1	31,4±0,5	3,9±0,5	0,0±0,5
	II (кориандр)	37,8±1,3	30,6±1,1	7,2±0,7*	3,3±0,9*
	III (фенхель)	35,4±2,9	30,1±2,9	5,3±0,2	1,4±0,6

Примечания: \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001 по t-критерию при сравнении с контролем. Относительный уровень экспрессии генов оценивали по величине ΔΔCt. ΔCt = Ct гена - Ct GAPDH; ΔΔCt = ΔCt опыт - ΔCt контроль. Ct – относительное количество пороговых циклов.

Статистически значимое снижение уровня экспрессии гена IL6 зафиксировано в группах II (кориандр) и III (фенхель) и гена IL8 во II группе (кориандр) (табл. 6).

Полученные данные, демонстрирующие снижение экспрессии генов IL6 и IL8 при использовании добавки кормовых фитобиотиков, согласуются с работами других авторов, которые также наблюдали иммуномодулирующий эффект вторичных метаболитов растений. Так, экстракт астрагала способствовал снижению уровня IL6 и повышению продуктивности свиней (Li et al., 2012), а бета-глюкан из астрагала перепончатого подавлял экспрессию IL-1β и усиливал пролиферацию лимфоцитов (Mao et al., 2005). Исследование на поросятах-отъёмышках показало, что коричный альдегид подавляет синтез провоспалительных цитокинов через воздействие на белки TLR и транскрипционный фактор NF-κB (Osana-Fuentes et al., 2010).

Предполагаемый молекулярный механизм, лежащий в основе выявленного эффекта, может быть связан со способностью активных компонентов плодов кориандра и фенхеля

ингибировать сигнальный путь NF-κB. Показано (Valdivieso-Ugarte et al., 2019), что такие соединения могут блокировать активацию IκB-киназы, предотвращая деградацию ингибиторного белка IκB и последующую транслокацию NF-κB в ядро, что в итоге подавляет транскрипцию генов провоспалительных цитокинов.

### Заключение

Результаты проведенного исследования выявили наличие взаимосвязи между статусом иммунной системы и продуктивными качествами свиней в период откорма. В опытных группах, получавших кормовые добавки из плодов кориандра и фенхеля, выявлено снижение экспрессии генов IL6 и IL8, ассоциированных с продукцией провоспалительных факторов, и повышение приростов живой массы. Использование кормовых фитогенов из плодов кориандра и фенхеля в свиноводческих хозяйствах позволит снизить зависимость от кормовых антибиотиков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки, проект № 124020200032-4.*

### Список литературы

1. Волчёнкова А.В., Овчарова А.Н., Остренко К.С., Невкрытая Н.В. Сравнение бактерицидного и фунгицидного действия эфирного масла лаванды узколистной с эфирными маслами кориандра посевного, фенхеля обыкновенного и с современными антибиотиками. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2024. № 2. С. 56-53.
2. Волченков Ю.А., Остренко К.С. Влияние добавки эфирных масел кориандра и фенхеля на общее физиологическое состояние и скорость роста у поросят в период дорастивания. // Проблемы биологии продуктивных животных. 2024. № 4. С. 5-11.
3. Волченков Ю.А., Остренко К.С. Иммуномодулирующее свойство эфирных масел из плодов *Coriandrum sativum* и *Foeniculum vulgare Mill.* // Биомедицина. 2025. Т. 21. № 3. С. 92-96.
4. Курчевенко С.И., Бодиенкова Г.М. Сравнительная оценка цитокинового профиля у экспериментальных животных при воздействии физических факторов (предварительное исследование). // Acta Biomedica Scientifica. 2013. Т. 91. № 3. С. 27-29.
5. Кузнецова Е. Е., Горохова В.Г., Богородская С.Л. Микробиота кишечника. Роль в развитии различных патологий. // Клиническая лабораторная диагностика. 2016. Т. 61. № 10. С. 723-726.
6. Каркищенко В.Н., Петрова Н.В., Слободенюк В.В., Ларюшина Н.А. Применение молекулярно-биологических методов оценки экспрессии цитокинов и сиртуинов в биомоделировании предельных физических нагрузок спортсменов. // Биомедицина. 2021. Т. 17. № 3. С. 10–16.
7. Невкрытая Н.В., Кривда С.И., Золотилова О.М. и др. Специализированные коллекции эфиромасличных культур НИИСХ Крыма. Кориандр посевной *Coriandrum sativum L.*, фенхель обыкновенный *Foeniculum vulgare Mill.* Методические рекомендации по селекции и семеноводству эфиромасличных культур семейства Сельдерейные *Apiaceae L.* // Симферополь: Ариал, 2022. 200 с.
8. Остренко К.С., Овчарова А.Н., Белова Н.В. Экспрессия генов интерлейкинов и сиртуинов у телят-молочников на фоне применения смеси эфирных масел фенхеля и кориандра. // Ветеринария. 2024. № 8. С. 40-44.
9. Подобед Л. Фитобиотики в кормлении животных. // Животноводство России. 2019. № S2. С. 34-35.
10. Сташкевич Д.С., Филиппова Ю.Ю., Бурмистрова А.Л. Актуальные вопросы иммунологии: система цитокинов, биологическое значение, генетический полиморфизм, методы определения. // Челябинский государственный университет. Челябинск: Цицеро, 2016. 82 с.
11. Скворцова Л.Н., Юрина Н.А., Короткин А.С., Блинков М.С. Использование фитобиотиков в рационах сельскохозяйственных животных. // Сборник научных трудов СКНИИЖ. 2021. № 1. С. 193-196.
12. Савчук Л.П. Климат предгорной зоны Крыма и эфирносы. // Симферополь: Эльиньо, 2006. 76 с.
13. Тимофеев Н.П. Фитобиотики в мировой практике: виды растений и действующие вещества, эффективность и ограничения, перспективы (обзор). // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2021. № 6. С. 804-825.
14. Шарипов Х.С. Противовоспалительные свойства кориандрового и лимонного эфирных масел при экспериментальных артритах. // Вестник Авиценны. 2009. № 2. С. 147-151.

15. Шманенков. Н.А. (Ред.). Физиология сельскохозяйственных животных: Руководство по физиологии. – Ленинград: Издательство Наука, 1978. 744 с.
16. Livak K.J., Schmittgen T.D. Analysis of relative gene expression data using real-time quantitative PCR and the 2(-Delta Delta C(T)) Method. // *Methods*. 2001. Vol. 25. nr 4. P. 402–408.
17. Li P., Piao X., Ru Y., Han X., Xue L., Zhang H. Effects of adding essential oil to the diet of weaned pigs on performance, nutrient utilization, immune response and intestinal health. // *Asian-Australasian Journal of Animal Sciences*. 2012. Vol. 25. nr 11. P. 1617-1626.
18. Mao X.F., Piao X.S., Lai C.H., Li D.F., Xing J.J., Shi B.L. Effects of beta-glucan obtained from the Chinese herb *Astragalus membranaceus* and lipopolysaccharide challenge on performance, immunological, adrenal, and somatotropic responses of weanling pigs. // *Journal of Animal Science*. 2005. Vol. 83. nr 12. P. 2775-2782.
19. Ocana-Fuentes A., Arranz-Gutierrez E., Senorans F., Reglero G. Supercritical fluid extraction of oregano (*Origanum vulgare*) essential oils: Anti-inflammatory properties based on cytokine response on THP-1 macrophages. // *Food and Chemical Toxicology*. 2010. Vol. 48. nr 6. P. 1568-1575.
20. Shao Y., Peng Q., Wu Y, Peng C., Wang S., Zou L., Qi M., Peng C., Liu H., Li R., Xiong X., Yin Y. Effect of an essential oil blend on growth performance, intestinal health, and microbiota in early-weaned piglets. // *Nutrients*. 2023. Vol. 15. nr 2. P. 450.
21. Van Boeckel T.P., Brower C., Gilbert M. Global trends in antimicrobial use in food animals. // *Proceedings of the National Academy of Sciences*. 2015. Vol. 112. nr 18. P. 5649-5654.
22. Valdivieso-Ugarte M., Gomez-Llorente C., Plaza-Diaz J., Gil A. Antimicrobial, antioxidant, and immunomodulatory properties of essential oils: a systematic review. // *Nutrients*. 2019. Vol. 11. nr 11. P. 2786.
23. Yang C., Chowdhury M., Huo Y., Gong J. Phytogetic compounds as alternatives to in feed antibiotics: potentials and challenges in application. // *Pathogens*. 2015. Vol. 4. nr 1. P. 137-156.

#### References (for publications in Russian)

1. Volchenkova A.V., Ovcharova A.N., Ostrenko K.S., Nevkrytaya N.V. [Comparison of the bactericidal and fungicidal effects of narrow-leaved lavender essential oil with the essential oils of coriander, fennel, and modern antibiotics]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* (Productive animal biology). 2024. 2: 56-53.
2. Volchenkov Yu.A., Ostrenko K.S. [The effect of coriander and fennel essential oil supplements on the general physiological condition and growth rate of piglets during the growing period]. *Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* (Productive animal biology). 2024. 4: 5-11.
3. Volchenkov Yu.A., Ostrenko K.S. [Immunomodulatory properties of essential oils from the fruits of *Coriandrum sativum* and *Foeniculum vulgare* Mill]. *Biomeditsina* (J. Biomed). 2025. 21(3): 92-96.
4. Kurchevendo S.I., Bodienkova G.M. [Comparative assessment of the cytokine profile in experimental animals under the influence of physical factors (preliminary study)]. *Acta Biomedica Scientifica*. 2013. 91(3): 27-29.
5. Kuznetsova E.E., Gorokhova V.G., Bogorodskaya S.L. [Gut microbiota. Its role in the development of various pathologies]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika* (Clinical Laboratory Diagnostics). 2016. 61(10): 723-726.
6. Karkishchenko V.N., Petrova N.V., Slobodenyuk V.V., Lyarushina N.A. [Application of molecular biological methods for assessing the expression of cytokines and sirtuins in the biomodeling of extreme physical loads in athletes]. *Biomeditsina* (J. Biomed). 2021. 17(3): 10–16.
7. Nevkrytaya N.V., Krivda S.I. et al. *Spetsializirovannye kolleksii efiromaslichnykh kul'tur NIISKh Kryma. Koriandr posevnoi Soriandrum sativum L., fenkhel' obyknovennyi Foeniculum vulgare Mill. Metodicheskie rekomendatsii po selektsii i semenovodstvu efiromaslichnykh kul'tur semeistva Sel'dereinye Apiaceae L.* (Specialized collections of essential oil crops of the "Research Institute of Agriculture of Crimea". Sown coriander *Coriandrum sativum* L., common fennel *Foeniculum vulgare* Mill. Methodological recommendations for the selection and seed production of essential oil crops of the *Apiaceae* L. family). Simferopol: Arial, 2022. 200 pp.
8. Ostrenko K.S., Ovcharova A.N., Belova N.V. [Expression of interleukin and sirtuin genes in suckling calves against the background of the use of a mixture of fennel and coriander essential oils]. *Veterinariya* (Veterinary Medicine). 2024. 8: 40-44.
9. Podobed L. [Phytobiotics in animal feeding]. *Zhivotnovodstvo Rossii* (Animal Husbandry of Russia). 2019. 82: 34-35.
10. Sharipov Kh.S. [Anti-inflammatory properties of coriander and lemon essential oils in experimental arthritis]. *Vestnik Avitsenny* (Avicenna Bulletin). 2009. 2: 147-151.
11. Savchuk L.P. Climate of the foothill zone of the Crimea and essential oil plants. Simferopol: El'in'o, 2006. 76 p.

12. Shmanenkov N.A. (Ed.) [Physiology of farm animals: a guide to physiology]. Leningrad: Nauka Publishing House, 1978. 744 p.
13. Skvortsova L.N., Yurina N.A., Korotkin A.S., Blinkov M.S. [The use of phytobiotics in the diets of farm animals]. *Sbornik nauchnykh trudov SKNIIZh* (Collection of Scientific Works of the North Caucasian Research Institute of Animal Husbandry). 2021. 1: 193-196.
14. Stashkevich D.S., Filippova Yu.Yu., Burmistrova A.L. [Current issues in immunology: the cytokine system, biological significance, genetic polymorphism, methods of determination: a textbook]. Chelyabinsk State University. Chelyabinsk: Cicero, 2016. 82 p.
15. Timofeev N.P. [Phytobiotics in world practice: plant species and active substances, efficacy and limitations, prospects (review)]. *Agrarnayanauka Euro-Severo-Vostoka* (Agrarian Science of the Euro-North-East). 2021. 6: 804-825.

UDC 636.4.082.12:591.1

**Activation of the immune response and improvement of productive qualities in fattening pigs when using feed phytobiotics from browned coriander and fennel fruits**

Volchenkov Yu.A., Ostrenko K.S.

*Institute of Physiology, Biochemistry and Nutrition, branch of Federal Research Center of Animal Husbandry, Ernst VIZh. Borovsk, Kaluga oblast, Russian Federation*

**ABSTRACT.** The traditional practice of using feed antibiotics in pig farming is not relevant due to the adoption of laws in the Russian Federation to limit the use of these drugs in preventive measures. It is possible to meet the population's need for safe pork through the use of phytobiotic feed additives. The aim of the study was to evaluate the effect of dietary supplements of phytobiotics from coriander *Coriandrum sativum L.* and fennel *Foeniculum vulgare Mill.* on the status of immune function and dynamics of fattening fat gain in pigs. The object of the study was mongrel hogs (F1: D\*L) aged 3 months with a live weight of 37-38 kg, of which 3 groups (n=5) were formed; those who received the main diet; the 1st group was the control group, in the 2nd and 3rd groups the feed was included for three. For several months, crushed coriander and fennel fruits were injected in amounts of 23 and 15 g/ day, respectively. The expression level of proinflammatory cytokine genes was assessed in a PCR reaction by the difference in the duration of threshold cycles for the studied genes and the reference gene GAPDH ( $\Delta Ct$ ), adjusted for the  $\Delta Ct$  level in the control group ( $\Delta \Delta Ct$ ). In group II, the expression level, assessed by the  $\Delta \Delta Ct$  value, decreased for IL6 ( $P < 0.01$ ) and IL8 ( $P < 0.001$ ); in group III – for IL6 ( $P < 0.05$ ). In both groups, an increase in body weight gains ( $P < 0.05$ ) was detected relative to the control, by the end of fattening, which can be explained by the immunomodulatory effect of feed additives. It was concluded that the phytonutrients used have potential in the field of health prevention and metabolic regulation in productive animals.

*Keywords: fattening pigs, feed phytobiotics, Coriandrum sativum, Foeniculum vulgare, immune status, interleukins, gene expression, meat productivity.*

*Problemy biologii produktivnykh zhivotnykh* (Productive Animal Biology). 2025. 4: 93-101.

Поступило в редакцию: 26.10.2025

Получено после доработки: 16.12.2025

Сведения об авторах:

**Волчѐнков Юрий Алексеевич**, м.н.с., аспирант, +7(996)162-06-01, y.volchenkov@mail.ru;  
**Остренко Константин Сергеевич**, д.б.н., г.н.с., зав. лаб., +7(910)916-66-58,