

DOI 10.5281/zenodo.10141478

EDN XCFHPS

УДК 633.819: 655.53

Невкрытая Н. В.¹, Грунина Е. Н.¹, Скипор О. Б.¹, Каширина Н. А.¹, Овчарова А. Н.²,
Остренко К. С.²

**АНАЛИЗ ПЛОДОВ КОРИАНДРА ПОСЕВНОГО И ФЕНХЕЛЯ
ОБЫКНОВЕННОГО КАК ИСТОЧНИКА ФИТОБИОТИКОВ ДЛЯ
МОЛОДНЯКА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА**

¹ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»;

²ВНИИ «Физиологии, биохимии и питания животных» – филиал ФГБНУ «Федеральный
исследовательский центр животноводства – ВИЖ им. академика Л. К. Эрнста»»

Реферат. В настоящее время актуальной задачей является поиск биологически активных веществ природного происхождения, стимулирующих иммунную систему, обладающих антибактериальным действием и способностью влиять на повышение переваримости кормов у сельскохозяйственных животных. Натуральными растительными биологически активными веществами – фитобиотиками являются эфирные масла. Предварительные исследования показали высокую эффективность использования эфирных масел кориандра посевного и фенхеля обыкновенного при внесении их в рацион телятам молочного периода откорма. Цель исследования – сравнительный анализ сортовых семян (категории «оригинальные») и товарных плодов кориандра посевного и фенхеля обыкновенного по массовой доле эфирного масла в сырье и содержанию в нем основных компонентов, соответственно, линалоола и анетол, для определения предпочтительности в выборе материала для данного направления использования. Проанализированы оригинальные семена сортов кориандра (Янтарь, Нектар, Медун, Силач) и фенхеля (Мэрициор и Оксамит Крыма) урожая 2018–2022 гг., а также смесь товарных плодов разных сортов каждой из культур урожая 2018–2020 гг. Анализ проведен согласно методическим рекомендациям. Массовая доля эфирного масла в сортовых плодах кориандра посевного составляет в среднем 2,41–2,88 % от абсолютно сухой массы, в сортовых плодах фенхеля обыкновенного – 4,50–4,65 %. Содержание основного компонента эфирного масла каждой из культур составляет в среднем по сортам кориандра – 68,0–71,8 % (линалоол), по сортам фенхеля – 68,5 % (анетол), что отвечает нормативам ГОСТ ISO 3516-2018 и ГОСТ 3982-02 соответственно. Анализ смесей товарных плодов изучаемых культур показал соответствие их показателям сортов. Массовая доля эфирного масла в товарных плодах кориандра – $3,01 \pm 0,05$ %, в товарных плодах фенхеля – $4,45 \pm 0,00$ %. Содержание основных компонентов в эфирных маслах из товарных плодов составило: линалоола (кориандр) – $70,2 \pm 0,1$ %, анетол (фенхель) – $68,1 \pm 1,1$ %.

Ключевые слова: кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.), фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.), фитобиотики, эфирное масло, линалоол, анетол.

Для цитирования: Невкрытая Н. В., Грунина Е. Н., Скипор О. Б., Каширина Н. А., Овчарова А. Н., Остренко К. С. Анализ плодов кориандра посевного и фенхеля обыкновенного как источника фитобиотиков для молодняка крупного рогатого скота // Таврический вестник аграрной науки. 2023. № 2(34). С. 158–169. EDN: XCFHPS. DOI: 10.5281/zenodo.10141478.

For citation: Nevkrytaya N. V., Grunina E. N., Skipor O. B., Kashirina N. A., Ovcharova A. N., Ostrenko K. S. Analysis of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Mill. fruits as a source of phytobiotics for young cattle // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2023. No. 2(34). P. 158–169. EDN: XCFHPS. DOI: 10.5281/zenodo.10141478.

Введение

В животноводстве при выращивании молодняка сельскохозяйственных животных и птицы для борьбы с патогенами традиционно использовали антибиотики. У молодняка крупного рогатого скота это способствовало развитию рубца, улучшению продуктивности, снижению заболеваемости и смертности телят [1, 2]. Опасения по поводу возрастания устойчивости к антибиотикам в целом побудили ВОЗ принять решение об отказе от их использования в качестве стимуляторов роста у сельскохозяйственных животных. Потребовалось найти альтернативу антибиотикам, заменить их натуральными биологически активными веществами – фитобиотиками [1–3].

Активной областью исследований стало изучение возможности использования с этой целью эфирных масел, благодаря их способности изменять метаболизм и снижать рост бактерий [3, 4]. Одним из таких примеров является ингибирование роста *Escherichia coli*, часто встречающейся бактерии в пищеварительной системе жвачных животных [1]. Установлено, что при лечении колибактериоза использование эфирного масла из сушеных листьев душицы обыкновенной (из расчета 10 мг эфирного масла на 1 кг массы тела теленка) может быть столь же эффективным, как и применение неомицина (10 мг неомицина сульфата на 1 кг массы тела теленка) [5].

В литературе имеются сведения о положительном влиянии эфирных масел на развитие телят, проявляющемся в стимуляции аппетита, интенсификации потребления стартерного корма, повышении эффективности кормления и приростов живой массы тела, а также увеличении количества полезных бактерий в кишечной флоре [2, 6].

Установлено, что растения, содержащие эфирные масла, обладают большим потенциалом для комбинированной или альтернативной терапии респираторных заболеваний у крупного рогатого скота [7]. Эфирные масла тимьяна, эвкалипта, чайного дерева и равинтсары уже используются некоторыми практикующими ветеринарами для лечения респираторных инфекций путем перорального, местного или ректального применения. Это дало основание полагать, что использование эфирных масел и/или их смесей (в жидком виде или в виде эмульсий) будет возможной альтернативой кормовым антибиотикам: снизит послеотъемный стресс, улучшит показатели роста, здоровья и иммунитета.

При решении этой задачи важным является выбор эфирных масел с учетом их эффективности, стоимости и доступности для приобретения (объемов производства).

Широко распространенными являются эфиромасличные растения семейства Сельдерейные. Так, кориандр посевной (*Coriandrum sativum* L.) занимает в России до 90 % от всех площадей, занятых эфиромасличными культурами [8]. Основным компонентом его эфирного масла является линалоол (около 70 %). Известно, что линалоол и эфирные масла, богатые линалоолом, проявляют противомикробные, противовоспалительные, противораковые, антиоксидантные свойства [9]. Эффективность линалоола установлена на модельных животных: показано его положительное воздействие на центральную нервную систему, а также антигипералгетическое и антиноцицептивное действия [10]. Исследователи отмечают защитный и терапевтический эффекты для печени, почек и легких [11, 12]. Благодаря защитным эффектам и низкой токсичности линалоол может использоваться в качестве вспомогательного средства к противоопухолевым препаратам или антибиотикам. Таким образом, линалоол обладает большим потенциалом для применения его в качестве натурального и безопасного альтернативного терапевтического средства [12].

Родственной кориандру посевному культурой является фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) Основным компонентом его эфирного масла является анетол

(около 70 %). Это вещество обладает мощными противовоспалительным и нейропротекторным свойствами, оказывает антиноцицептивное действие на нейропатическую боль. Исследование на мышах показало, что анетол при лечении хронической констрикционной травмы устраняет поврежденность седалищного нерва, улучшает его проводимость [13]. Установлено, что транс-анетол обладает способностью нарушать бактериальную коммуникацию и может быть рекомендован в качестве нового компонента для борьбы с *Pseudomonas aeruginosa* и другими клинически значимыми патогенами [14]. Важность анетола в лечении ожирения была доказана на мышах с ожирением, вызванным диетой с высоким содержанием жиров. Использование анетола стимулировало индукцию перехода белой жировой ткани в коричневую жировую ткань и способствовало катаболизму липидов [15]. Установлено, что добавление транс-анетола в количестве 400 мг на 1 кг корма способствует увеличению использования питательных веществ и барьерной функции кишечника бройлеров [16].

Имеющаяся информация позволила оценить актуальность и начать исследование по применению эфирных масел кориандра посевного и фенхеля обыкновенного в качестве добавок в корм молодняка крупного рогатого скота. Первый этап комплексного изучения показал положительный эффект данных биологически активных веществ. При введении их в количестве 1 мл на суточную дозу корма отмечено увеличение привеса, а также иммунного ответа, свидетельствующего об усилении неспецифической защиты организма [17–19]. Полученные положительные результаты исследований обусловили необходимость определить, какие сорта кориандра и фенхеля предпочтительно использовать как источник эфирных масел и насколько биохимические показатели товарных плодов соответствуют характеристике сортов.

Цель исследований – сравнительный анализ сортовых семян (категории «оригинальные») и товарных плодов кориандра посевного и фенхеля обыкновенного по массовой доле эфирного масла в сырье и содержанию в нем основных компонентов (линалоола и анетола соответственно) для определения предпочтительности в выборе материала для данного направления использования.

Материалы и методы исследований

Предмет исследования – накопление в плодах кориандра посевного и фенхеля обыкновенного эфирного масла и содержание в нем основных компонентов. Материал исследования – оригинальные семена кориандра посевного сортов Янтарь, Нектар, Медун, Силач, фенхеля обыкновенного сортов Мэрцишор и Оксамит Крыма урожая 2018–2022 гг. и смесь (в произвольном соотношении) товарных плодов разных сортов этих культур урожая 2018–2020 гг.

Все указанные сорта – селекции ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» (НИИСХ Крыма) и включены в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» РФ [20]. Первичное семеноводство сортов осуществляется в НИИСХ Крыма в соответствии с разработанной методикой для эфиромасличных культур семейства Сельдерейные [8]. Питомники размножения сортов размещены на экспериментальных участках селекционно-семеноводческого центра эфиромасличных культур НИИСХ Крыма в с. Крымская роза Белогорского района Республики Крым. Кроме того, имеются посевы для получения семян разных репродукций и товарного сырья.

Климат региона умеренно-континентальный. Территория относится к одному из пяти агроклиматических районов – верхнему предгорному, теплему, недостаточно влажному (северный подрайон с умеренно мягкой зимой) [21].

Температурный режим и особенно количество осадков на протяжении вегетационных периодов 2018–2022 гг. (апрель–сентябрь) существенно различались (рисунок 1 и 2).

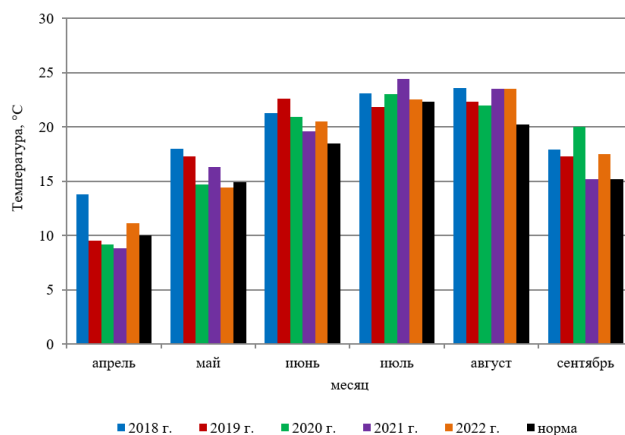


Рисунок 1 – Температурный режим в период активной вегетации растений

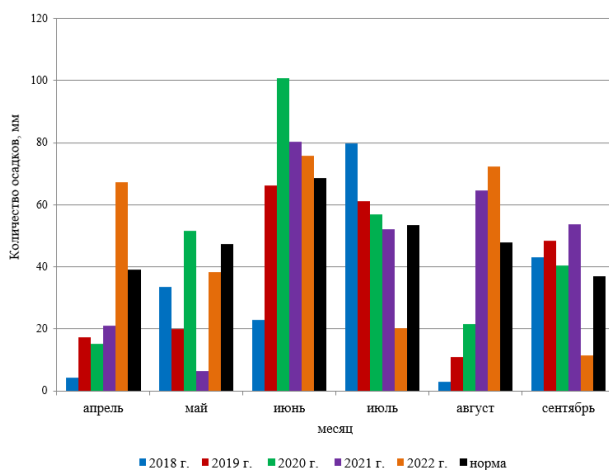


Рисунок 2 – Среднемесячное количество осадков в период активной вегетации растений

Экстремально жарким и засушливым этот период был в 2018 г. Среднемесячные температуры и количество осадков отличались от среднегодовых показателей. Близким к нему по температурному режиму, но более влажным в июне был 2019 г. В июне 2020–2022 гг. отмечены более умеренные температуры. В мае–июле и сентябре 2020 г. количество осадков превышало среднегодовые показатели. В 2021 г. превышение нормы по осадкам наблюдали в апреле, июне и августе. В 2022 г. количество осадков значительно превысило норму в апреле и августе, засушливыми были июль и август.

Определение содержания эфирного масла в плодах обеих культур проведено методом Клевенджера в соответствии с методикой биохимических исследований [22].

Компонентный состав эфирного масла определяли методом газо-жидкостной хроматографии на приборе «Кристалл 5000.2» с пламенно-ионизационным детектором (ГОСТ ISO 7609-2014. «Масла эфирные. Анализ методом газовой хроматографии на капиллярных колонках. Общий метод»). Межгосударственный стандарт). Для идентификации и полного разделения основных компонентов эфирного масла подобраны следующие условия хроматографирования: колонка капиллярная кварцевая длиной 30 м с внутренним диаметром 0,32 мм и толщиной

фазы 0,5 микрон. Неподвижная фаза – CR-WAXms. Температура термостата колонки запрограммирована в следующем режиме: 75 °С с выдержкой 1 мин., далее программирование со скоростью 4 °С/мин до 160 °С для кориандра и до 195 °С для фенхеля. Температура инжектора 230 °С, температура детектора – 250 °С. Поток газа носителя 1,9 мл/мин, деление потока газа-носителя – 1/20. Газ-носитель – гелий. Общее время анализа: 22 мин. для кориандра и 31 для фенхеля. Идентификацию компонентов проводили путем сравнения их индексов удерживания по Ковачу с литературными данными. Индексы удерживания Ковача определены по отношению к гомологическому ряду n-алканов (C8–C40) в тех же рабочих условиях [23, 24].

Проведена статистическая обработка полученных данных [25].

Результаты и их обсуждение

Результаты анализа оригинальных семян кориандра посевного разных сортов и смеси товарных плодов по содержанию и компонентному составу эфирного масла приведены в таблице 1. Согласно результатам проведенных ранее исследований, благоприятными для маслообразовательного процесса являются условия повышенного температурного режима и относительно низкой влажности в период цветения–плодообразования [8]. По сочетанию метеоусловий наиболее благоприятными были 2018, 2019 и 2021 гг., что и отразилось на содержании в плодах эфирного масла. Отмечена разница в пределах 0,26–0,58 % в содержании эфирного масла в разные годы у сортов кориандра посевного Янтарь, Нектар и Медун. У сорта Силач она выше – до 0,87 %.

Таблица 1 – Результаты анализа плодов кориандра посевного по содержанию и компонентному составу эфирного масла

Сорт/образец	Год урожая	Массовая доля эфирного масла, %*	Содержание линалоола в эфирном масле, %
Янтарь	2018	3,03 ± 0,10	70,0 ± 0,1
	2019	2,79 ± 0,05	71,0 ± 0,2
	2020	2,77 ± 0,11	67,6 ± 0,9
	2021	2,95 ± 0,04	70,6 ± 0,3
	2022	2,78 ± 0,03	69,2 ± 1,0
	среднее	2,86 ± 0,05	69,7 ± 0,6
Нектар	2018	2,94 ± 0,33	68,8 ± 0,4
	2019	2,67 ± 0,09	71,0 ± 0,3
	2020	2,72 ± 0,08	66,5 ± 0,6
	2021	2,82 ± 0,12	68,4 ± 0,8
	2022	2,36 ± 0,02	68,8 ± 1,3
	среднее	2,70 ± 0,09	68,7 ± 0,7
Медун	2018	2,94 ± 0,24	71,2 ± 0,6
	2019	2,97 ± 0,25	72,0 ± 0,4
	2020	2,90 ± 0,17	71,8 ± 0,3
	2021	2,93 ± 0,06	72,4 ± 0,1
	2022	2,67 ± 0,14	71,5 ± 0,5
	среднее	2,88 ± 0,05	71,8 ± 0,2
Силач	2018	2,43 ± 0,18	69,7 ± 0,4
	2019	2,71 ± 0,07	71,0 ± 0,3
	2020	1,84 ± 0,14	63,9 ± 0,5
	2021	2,62 ± 0,06	69,3 ± 0,6
	2022	2,45 ± 0,03	66,2 ± 0,7
	среднее	2,41 ± 0,15	68,0 ± 1,3
Смесь товарных плодов	2018–2020	3,01 ± 0,05	70,2 ± 0,1

Примечание. Здесь и далее: * – массовая доля эфирного масла, % от абсолютно сухой массы.

Самым высоким содержанием эфирного масла в плодах характеризовались сорта Янтарь и Медун – в среднем $2,86 \pm 0,05$ и $2,88 \pm 0,05$ % соответственно. Самый низкий показатель у сорта Силач – в среднем $2,41 \pm 0,15$ %.

Высокое содержание эфирного масла в смеси товарных плодов (3,01 %) объясняется тем, что в основном были использованы плоды, полученные в наиболее благоприятных погодных условиях 2018–2020 гг. Следует отметить, что кроме погодных условий на накопление эфирного масла могут влиять и условия полевого участка – его расположение, почвенные условия и пр.

Безусловно, более важным показателем в связи с целевым назначением данных эфирных масел является содержание в них основного биологически активного компонента – линалоола. По этому показателю сорта Янтарь, Нектар и Силач и смесь товарных плодов существенно не различаются. Содержание линалоола в эфирном масле, полученном из сортовых семян, составляло 68,0–69,7 %, из товарных – 70,2 %. Достоверно выше (на 2,1–3,8 %) данный показатель у сорта Медун – 71,8 %. Все показатели соответствуют нормативам ГОСТ ISO 3516-2018. «Масло эфирное из плодов кориандра (*Coriandrum sativum* L.) Технические условия».

При проведении исследований по использованию эфирного масла кориандра (как и фенхеля) в качестве натурального фитобиотика в суточную порцию кормовой смеси для телят-молочников его вводили в количестве 1 мл [18–20]. Получить эфирное масло можно из плодов любых сортов кориандра посевного, независимо от величины его массовой доли в сырье. При используемой дозировке эфирного масла в суточную порцию попадает около 0,7 мл линалоола. Небольшие различия содержания линалоола в эфирном масле разных сортов не могут иметь существенного значения. Таким образом, в данном случае биохимические показатели и зависимость их от метеоусловий приведены для характеристики сортов и сравнения их с таковыми товарных плодов. Незначительные различия по содержанию линалоола в эфирном масле также свидетельствуют об отсутствии предпочтений в выборе сорта кориандра для данного направления использования.

Аналогичные данные получены по фенхелю обыкновенному. Результаты анализа по этим показателям оригинальных семян двух сортов фенхеля и смеси товарных плодов приведены в таблице 2.

Таблица 2 – Результаты анализа плодов фенхеля обыкновенного по содержанию и компонентному составу эфирного масла

Сорт/образец	Год урожая	Массовая доля эфирного масла, %	Содержание анетола, %
Мэрцишор	2018	$4,15 \pm 0,74$	$68,5 \pm 1,0$
	2019	$2,80 \pm 0,11$	$67,0 \pm 0,3$
	2020	$3,10 \pm 0,46$	$64,9 \pm 3,5$
	2021	$5,98 \pm 0,14$	$63,2 \pm 0,6$
	2022	$6,48 \pm 0,22$	$74,8 \pm 0,4$
	среднее	$4,50 \pm 0,74$	$68,5 \pm 2,0$
Оксамит Крыма	2018	$3,30 \pm 1,03$	$65,4 \pm 0,3$
	2019	$2,41 \pm 0,10$	$63,0 \pm 0,4$
	2020	$3,72 \pm 0,92$	$62,8 \pm 1,2$
	2021	$7,11 \pm 1,13$	$75,1 \pm 0,6$
	2022	$6,70 \pm 0,00$	$76,2 \pm 0,2$
	среднее	$4,65 \pm 0,95$	$68,5 \pm 3,0$
Смесь товарных плодов	2018–2020	$4,45 \pm 0,00$	$68,1 \pm 1,1$

Среднее содержание эфирного масла в оригинальных сортовых семенах сортов Мэрцишор и Оксамит Крыма составляет $4,50 \pm 0,74$ и $4,65 \pm 0,95$ % соответственно.

Более высокое накопление эфирного масла в оригинальных плодах обоих сортов (5,98–6,48 % и 64,9–74,8 % соответственно) отмечено в 2021 и 2022 гг. благодаря высокому температурному режиму в августе, когда происходило формирование и созревание плодов.

В смеси товарных плодов, сформированной из урожая 2018–2020 гг., массовая доля эфирного масла составила $4,45 \pm 0,00$ %.

Средний показатель содержания анетола в эфирном масле – 68,5 % (у сортов) и 68,1 (в товарном сырье), что соответствует нормативам ГОСТ 3902-82 «Масло эфирное фенхелевое. Технические условия».

По сравнению с кориандром зависимость содержания эфирного масла в плодах от условий года у сортов фенхеля обыкновенного более высока. У сорта Мэрцишор максимальное различие показателей по годам составляет 3,68 % (2,80–6,48 %), а у сорта Оксамит Крыма достигает 4,70 % (2,41–7,11 %). Это связано с тем, что вегетационный период фенхеля продолжительнее, чем у кориандра, плоды которого созревают в конце июля – начале августа. В период цветения – формирования плодов фенхеля в августе–сентябре 2018–2022 гг. количество осадков существенно различалось, что и оказало влияние на интенсивность накопления эфирного масла.

При проведении исследований по использованию эфирных масел кориандра или фенхеля в качестве натурального фитобиотика в суточную порцию кормовой смеси для телят-молочников их вводили в количестве 1 мл [18–20]. Получить эфирное масло можно из плодов любых сортов этих культур, независимо от величины его массовой доли в сырье. Сравнительный анализ состава эфирного масла проанализированных сортов кориандра посевого показал, что содержание линалоола в зависимости от сорта и условий года варьирует в небольшом диапазоне – 66,5–72,0 %. Бóльшая изменчивость отмечена для анетола в эфирном масле фенхеля обыкновенного – 62,8–76,2 %. Это также объясняется различием метеоусловий в годы исследований в основной период накопления эфирного масла и формирования его компонентного состава. При используемой дозировке эфирного масла в суточную порцию корма попадает около 0,7 мл основного компонента. Как показывают результаты анализа содержания основных компонентов в эфирном масле исследованных сортов и смесей плодов кориандра посевого и фенхеля обыкновенного в разные годы, точно выдержать данный параметр не представляется возможным (см. таблицы 1, 2). Небольшие различия содержания линалоола или анетола в эфирном масле разных сортов этих культур едва ли могут иметь существенное значение.

Таким образом, проведенное исследование показало, что в качестве добавки в корм телят-молочников можно применять эфирное масло кориандра посевого и фенхеля обыкновенного, независимо от того, какое сырье использовано для его получения, не отдавая предпочтения какому-либо сорту. Это тем более актуально, так как в производстве для получения эфирного масла используют именно товарное сырье.

Выводы

Проведен сравнительный анализ сортов кориандра посевого и фенхеля обыкновенного урожая 2018–2022 гг. по основным биохимическим показателям. Установлено, что массовая доля эфирного масла в плодах кориандра посевого Янтарь, Нектар, Медун и Силач находится в пределах 2,41–2,88 %, а в сортах фенхеля обыкновенного Мэрцишор и Оксамит Крыма – 4,50–4,65 %.

Содержание основного компонента эфирного масла каждой из культур (линалоола у кориандра и анетола у фенхеля) составляет в среднем у сортов кориандра 68,0–71,8 %, у сортов фенхеля – 68,5 %, что соответствует нормативам ГОСТ ISO 3516-2018 и ГОСТ 3902-82 соответственно.

Анализ смесей товарных плодов изучаемых культур урожая 2018–2020 гг. выявил соответствие их показателей таковым сортов. Массовая доля эфирного масла в среднем в товарных плодах кориандра – $3,01 \pm 0,05$ %, в товарных плодах фенхеля – $4,45 \pm 0,00$ %. Содержание основных компонентов в эфирных маслах из товарных плодов составило: линалоола (кориандр) – $70,2 \pm 0,1$ %, анетола (фенхель) – $68,1 \pm 1,1$ %.

Установлено, что в качестве добавки в корм телят–молочников можно применять эфирное масло кориандра посевного и фенхеля обыкновенного, независимо от того, какое сырье использовано для его получения, не отдавая предпочтения какому-либо сорту.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ. Проект 23-16-00052.

Литература

1. Marino M., Bersani C., Comi G. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae // Int. J. Food Microbiol. 2001. Vol. 67. P.187–195. DOI: 10.1016/S0168-1605(01)00447-0.
2. Santos F.H.R., De Paula M. R., Lezier D., Silva J.T., Santos G., Bittar C.M.M. Essential oils for dairy calves: effects on performance, scours, rumen fermentation and intestinal fauna // Animal. 2015. Vol. 9. P. 958–965. DOI: 10.1017/S175173111500018X.
3. Benchaar C., Calsamiglia S., Chaves A. V., Fraser G. R., Colombatto D., McAllister T. A., Beauchemin K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production // Anim. Feed Sci. Technol. 2007. Vol. 145. P. 209–228. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014.
4. Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P. W., Castillejos L., Ferret A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. // J. Dairy Sci. 2007. Vol. 90. P. 2580–2595. DOI: 10.3168/jds.2006–644.
5. Bampidis V. A., Christodoulou V., Florou-Paneri P., Christaki E. Effect of dried oregano leaves versus neomycin in treating newborn calves with colibacillosis // J. Vet. Med. Series A. 2006. Vol. 53. P. 154–156. DOI: 10.1111/j.1439-0442.2006.00806.x.
6. Yap P. S., Yiap B. C., Ping H. C., Lim S. H. Essential oils, a new horizon in combating bacterial antibiotic resistance // Open Microbiol. J. 2014. Vol. 8. P. 6–14. DOI: 10.2174/1874285801408010006.
7. Ayrle H., Mevissen M., Kaske M., Nathues H., Gruetzner N., Melzig M., Walkenhorst M. Medicinal plants – prophylactic and therapeutic options for gastrointestinal and respiratory diseases in calves and piglets? A systematic review // BMC Vet Res. 2016. Vol.6. Art. No. 89. DOI: 10.1186/s12917-016-0714-8.
8. Невкрытая Н. В., Кривда С. И., Золотилова О. М., Золотилова В. А., Бабанина С. С., Аметова Э. Д., Марченко М. П., Новиков И. А., Дроботова Е. Н., Кривчик Н. С., Скипор О. Б. Специализированные коллекции эфиромасличных культур ФГБУН «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.
9. Kamatou G.P.P., Viljoen A.M. Linalool – a review of a biologically active compound of commercial importance // Natural Product Communications. 2008. Vol. 3(7). P. 1183–1192. DOI:10.1177/1934578X0800300727.
10. Peana A. T., Rubattu P., Piga G. G., Fumagalli S., Boatto G., Pippia P., De Montis M.G. Involvement of adenosine A1 and A2A receptors in (-)-linalool-induced antinociception // Life Sci. 2006. Vol. 78 (21). P. 2471–2474. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.10.025.
11. Mazani M., Rezagholizadeh L., Shamsi S., Mahdavi-fard S., Ojarudi M., Salimnejad R., Salimi A. Protection of CCl₄-induced hepatic and renal damage by linalool // Drug and Chemical Toxicology. 2022. Vol. 45(3). P. 963–971. DOI: 10.1080/01480545.2020.1792487.
12. An Q., Ren J.-N., Li X., Fan G., Qu S.-S., Song Y., Lia Y., Pana S.-Y. Recent updates on bioactive properties of linalool // Food & Function. 2021. Vol. 12. P. 10370–10389. DOI: 10.1039/D1FO02120F.
13. Wang B., Zhang G., Yang M., Liu N., Li Y.-X., Ma H., Ma L., Sun T., Tan H., Yu J. Neuroprotective effect of anethole against neuropathic pain induced by chronic constriction injury of the sciatic nerve in mice // Neurochemical Research. 2018. Vol. 43. P. 2404–2422. DOI: 10.1007/s11064-018-2668-7.
14. Hañcer Aydemir D., Çifci G., Aviyente V., Boşgelmez-Tinaz G. Quorum-sensing inhibitor potential of trans-anethole against *Pseudomonas aeruginosa* // J. Appl Microbiol. 2018. Vol. 125(3). P. 731–739. DOI: 10.1111/jam.13892.

15. Kang N. H., Mukherjee S., Min T., Kang S.C., Yun J. W. Trans-anethole ameliorates obesity via induction of browning in white adipocytes and activation of brown adipocytes // *Biochim.* 2018. Vol.151. P. 1-13. DOI: 10.1016/j.biochi.2018.05.009.
16. Yu C., Zhang J., Zhang H., Chen Y., Wang C., Zhang L., Ding L., Wang T., Yang Z. Influence of Trans-anethole on the nutrient digestibility and intestinal barrier function in broilers // *Poultry Science.* 2021. Vol. 100(12). Art. No. 101489. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101489.
17. Кольцов К. С., Невкрытая Н. В., Остренко К. С. Влияние эфирных масел кориандра и фенхеля на неспецифическую резистентность телят молочников // *Материалы VII Международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки».* Симферополь: Ариал, 2022. С. 219–221.
18. Остренко К. С., Невкрытая Н. В. Применение продуктов переработки эфиромасличных культур в животноводстве // *Материалы VII Международной научно-практической конференции «Современное состояние, проблемы и перспективы развития аграрной науки».* Симферополь: Ариал, 2022. С. 222–224.
19. Кольцов К. С., Невкрытая Н. В. Показатели неспецифической резистентности телят-молочников при применении эфирных масел кориандра и фенхеля // *Сборник материалов I Международной научно-практической конференции «Современные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции».* Барнаул: Алтайский ГАУ, 2023. С. 64–68.
20. Савчук Л. П. Климат предгорной зоны Крыма и эфирносы. Симферополь: Эльиньо, 2006. 76 с.
21. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. Сорты растений. 645 с. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2022/06/Реестр%20на%20допуск%202022.pdf> (дата обращения 21.06.2023).
22. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел: Сборник науч. Трудов // Сост. Карпачева А. Н., Персидская К. Г., Лиштванова Л. Н. Симферополь: Всесоюзный научно-исследовательский институт эфиромасличных культур, 1972. 107 с.
23. Зенкевич И. Г., Пименов А. И., Пожарицкая О. Н., Шиков А. Н., Макаров В. Г. Сравнение хроматографических профилей как метод идентификации компонентов лекарственного растительного сырья в комплексных препаратах // *Растительные Ресурсы.* 2003. Т. 39. Вып. 3. С. 143–152.
24. Леонтьев В. Н., Шутова А. Г., Коваленко Н. А., Супиченко Г. Н., Спиридович Е. В. Газохроматографическая идентификация эфирных масел // *Труды Белорусского государственного университета.* 2006. Т. 1. Ч. 1. С. 261–267.
25. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Книга по требованию, 2012. 352 с.

References

1. Marino M., Bersani C., Comi G. Impedance measurements to study the antimicrobial activity of essential oils from Lamiaceae and Compositae // *Int. J. Food Microbiol.* 2001. Vol. 67. P. 187–195. DOI: 10.1016/S0168-1605(01)00447-0.
2. Santos F.H.R., De Paula M. R., Lezier D., Silva J.T., Santos G., Bittar C.M.M. Essential oils for dairy calves: effects on performance, scours, rumen fermentation and intestinal fauna // *Animal.* 2015. Vol. 9. P. 958–965. DOI: 10.1017/S175173111500018X.
3. Benchaar C., Calsamiglia S., Chaves A. V., Fraser G. R., Colombatto D., McAllister T. A., Beauchemin K. A. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production // *Anim. Feed Sci. Technol.* 2007. Vol. 145. P. 209–228. DOI: 10.1016/j.anifeedsci.2007.04.014.
4. Calsamiglia S., Busquet M., Cardozo P. W., Castillejos L., Ferret A. Invited review: essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. // *J. Dairy Sci.* 2007. Vol. 90. P. 2580–2595. DOI: 10.3168/jds.2006-644.
5. Vampidis V. A., Christodoulou V., Florou-Paneri P., Christaki E. Effect of dried oregano leaves versus neomycin in treating newborn calves with colibacillosis // *J. Vet. Med. Series A.* 2006. Vol. 53. P.154–156. DOI: 10.1111/j.1439-0442.2006.00806.x.
6. Yap P. S., Yiap B. C., Ping H. C., Lim S. H. Essential oils, a new horizon in combating bacterial antibiotic resistance // *Open Microbiol. J.* 2014. Vol. 8. P. 6–14. DOI: 10.2174/1874285801408010006.
7. Ayrle H., Mevissen M., Kaske M., Nathues H., Gruetzner N., Melzig M., Walkenhorst M. Medicinal plants – prophylactic and therapeutic options for gastrointestinal and respiratory diseases in calves and piglets? A systematic review // *BMC Vet Res.* 2016. Vol.6. Art. No. 89. DOI: 10.1186/s12917-016-0714-8.
8. Nevkrytaya N. V., Krivda S. I., Zolotilova O. M., Zolotilov V. A., Babanina S. S., Ametova E. D., Marchenko M. P., Novikov I. A., Drobotova E. N., Krivchik N. S., Skipor O. B. Specialized collections of essential oil crops of Research Institute of Agriculture of Crimea. *Coriandrum sativum* L., *Foeniculum vulgare* Mill. Guidelines for breeding and seed production of essential oil crops from Apiaceae family. Simferopol: Arial, 2022. 200 p.

9. Kamatou G. P. P., Viljoen A. M. Linalool – a review of a biologically active compound of commercial importance // *Natural Product Communications*. 2008. Vol. 3(7). P. 1183–1192. DOI: 10.1177/1934578X0800300727.
10. Peana A. T., Rubattu P., Piga G. G., Fumagalli S., Boatto G., Pippia P., De Montis M.G. Involvement of adenosine A1 and A2A receptors in (-)-linalool-induced antinociception // *Life Sci*. 2006. Vol. 78 (21). P. 2471–2474. DOI: 10.1016/j.lfs.2005.10.025.
11. Mazani M., Rezagholizadeh L., Shamsi S., Mahdaviard S., Ojarudi M., Salimnejad R., Salimi A. Protection of CCl4-induced hepatic and renal damage by linalool // *Drug and Chemical Toxicology*. 2022. Vol. 45(3). P. 963–971. DOI: 10.1080/01480545.2020.1792487.
12. An Q., Ren J.-N., Li X., Fan G., Qu S.-S., Song Y., Lia Y., Pana S.-Y. Recent updates on bioactive properties of linalool // *Food & Function*. 2021. Vol. 12. P. 10370–10389. DOI: 10.1039/D1FO02120F.
13. Wang B., Zhang G., Yang M., Liu N., Li Y. X., Ma H., Ma L., Sun T., Tan H., Yu J. Neuroprotective effect of anethole against neuropathic pain induced by chronic constriction injury of the sciatic nerve in mice // *Neurochemical Research*. 2018. Vol. 43. P. 2404–2422. DOI: 10.1007/s11064-018-2668-7.
14. Hançer Aydemir D., Çifci G., Aviyente V., Boşgelmez-Tinaz G. Quorum-sensing inhibitor potential of trans-anethole against *Pseudomonas aeruginosa* // *J. Appl Microbiol*. 2018. Vol. 125(3). P. 731–739. DOI: 10.1111/jam.13892.
15. Kang N. H., Mukherjee S., Min T., Kang S.C., Yun J. W. Trans-anethole ameliorates obesity via induction of browning in white adipocytes and activation of brown adipocytes // *Biochim*. 2018. Vol.151. P. 1–13. DOI: 10.1016/j.biochi.2018.05.009.
16. Yu C., Zhang J., Zhang H., Chen Y., Wang C., Zhang L., Ding L., Wang T., Yang Z. Influence of Trans-anethole on the nutrient digestibility and intestinal barrier function in broilers // *Poultry Science*. 2021. Vol. 100(12). Art. No. 101489. DOI: 10.1016/j.psj.2021.101489.
17. Koltsov K. S., Nevkrytaya N.V., Ostrenko K.S. Influence of essential oils of coriander and fennel on nonspecific resistance of calves // *Proceedings of the VII International Scientific Conference “Current State, Problems and Prospects of the Development of Agrarian Science”*. Simferopol: Arial, 2022. P. 219–221.
18. Ostrenko K.S., Nevkrytaya N.V. Application of products of processing of essential oil crops in animal husbandry // *Proceedings of the VII International Scientific Conference “Current State, Problems and Prospects of the Development of Agrarian Science”*. Simferopol: Arial, 2022. P. 222–224.
19. Koltsov K. S., Nevkrytaya N. V. Indicators of nonspecific resistance of dairy calves when using essential oils of coriander and fennel // *Collection of materials of the I International scientific and practical conference “Modern aspects of production and processing of agricultural products”*. Barnaul: Altai State Agriculatural University (ASAU), 2023. P. 64–68.
20. Savchuk L. P. The climate of the foothill areas of the Crimea and essential oil crops. Simferopol: El'in'о, 2006. 76 p.
21. State register for selection achievements admitted for usage. Vol. 1 “Plant varieties”. 645 p. [Electronic resource]. Access point: <https://gossortrf.ru/wp-content/uploads/2022/06/Ресстр%20на%20допуск%202022.pdf> (reference's date 21.06.2023).
22. Biochemical methods of analysis essential oil crops and essential oil: collection of proceedings // *Comp. by Karpacheva A. N., Persidskaya K. G., Lishtvanova L. N.* Simferopol: All-Union Research Institute of Essential Oil Crops, 1972. 107 p.
23. Zenkevich I. G., Pimenov A. I., Pozharitskaya O. N., Shikov A. N., Makarov V. G. Comparison of chromatographic profiles as a method for defining components of medicinal plant raw materials in complex preparations // *Plant Resources*. 2003. Vol. 39. Iss. 3. P. 143–152.
24. Leontiev V. N., Shutova A. G., Kovalenko N. A., Supichenko G. N., Spiridovich E. V. Gas chromatographic identification of essential oils // *Trudy Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta*. 2006. Vol. 1. Part 1. P. 261–267.
25. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results). Moscow: Kniga po trebovaniyu, 2012. 352 p.

UDC 633.81: 633.2

Nevkrytaya N. V., Grunina E. N., Skipor O. B., Kashirina N. A., Ovcharova A. N., Ostrenko K. S.
ANALYSIS OF *CORIANDRUM SATIVUM* L. AND *FOENICULUM VULGARE* MILL. FRUITS AS A SOURCE OF PHYTOBIOTICS FOR YOUNG CATTLE

Summary. *Currently, the search for biologically active substances of natural origin that stimulate the immune system and have both an antibacterial effect and ability to improve feed digestibility in farm animals, is an urgent task. Essential oils (or as they are now called “phytobiotics”) act as such natural biologically active substances. Preliminary studies*

have shown that essential oils of *Coriandrum sativum* L. and *Foeniculum vulgare* Mill. introduced into the diet of calves of the dairy fattening period are highly effective. The aim of the research was to compare *C. sativum* and *F. vulgare* fruits (original seeds and commercial grain) in terms of mass fraction of essential oil in the raw materials and content of the main components (linalool and anethole) in it to determine which one (original seeds or commercial grain) is more suitable for this direction of use. We analyzed original seeds of coriander varieties 'Yantar', 'Nektar', 'Medun', 'Silach' and fennel varieties 'Mertsishor', 'Oksamit Kryma' harvested in 2018–2022, as well as a mixture of commercial grain of different varieties of the same crops harvested in 2018–2020. The analysis was carried out according to methodological recommendations. On average, mass fraction of essential oil in the original seeds of coriander and fennel was 2.41–2.88 % and 4.50–4.65 %, respectively. Content of the main component in essential oil (linalool for coriander and anethole for fennel) averages 68.0–71.8 % and 68.5 %, which corresponds to the National Standards of the Russian Federation, namely GOST ISO 3516-2018 and GOST 3982-02. Having analyzed the mixtures of commercial grain of the studied crops, we noticed that they fully correspond to the qualitative indicators of the varieties. Mass fraction of essential oil in the commercial grain of coriander was 3.01 ± 0.05 %, in commercial grain of fennel – 4.45 ± 0.00 %. Content of the main component in essential oil (linalool for coriander and anethole for fennel) from commercial grain was 70.2 ± 0.1 %, and 68.1 ± 1.1 %, respectively.

Keywords: *Coriandrum sativum* L., *Foeniculum vulgare* Mill., phytobiotics, essential oil, linalool, anethole.

Невкрытая Наталья Владимировна, кандидат биологических наук, заведующая отделом селекции селекционно-семеноводческого центра по эфиромасличным культурам, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: nevkritaya@mail.ru.

Грунина Елена Николаевна, научный сотрудник отдела селекции селекционно-семеноводческого центра по эфиромасличным культурам, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: elgrunina@mail.ru.

Скипор Олег Болеславович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом эфиромасличных и лекарственных культур, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295453, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: olegskipor@mail.ru.

Каширина Наталья Александровна, научный сотрудник отдела эфиромасличных и лекарственных культур, лаборатории поддержания стабильности и качества сортов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295043, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: natalia.kashirina.96@mail.ru.

Овчарова Анастасия Никитовна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории иммуобиотехнологии и микробиологии ФГБУН «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»; 249013, Россия, Калужская область, г. Боровск п. Институт; e-mail: a.n.ovcharova@mail.ru.

Остренко Константин Сергеевич, доктор биологических наук, ведущий научный сотрудник, заведующий лабораторией иммуобиотехнологии и микробиологии, ФГБУН «Федеральный исследовательский центр животноводства – ВИЖ имени академика Л.К. Эрнста»; 249013, Россия, Калужская область, г. Боровск, п. Институт; e-mail: ostrenkoks@gmail.com.

Nevkrytaya Natalya Vladimirovna, Cand. Sc. (Biol.), head of the Department of breeding, Center of Essential Oil Crops Breeding and Seed Production, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: nevkritaya@mail.ru.

Grunina Elena Nikolaevna, researcher of the Department of breeding, Center of Essential Oil Crops Breeding and Seed Production, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: elgrunina@mail.ru.

Skipor Oleg Boleslavovich, Cand. Sc. (Agr.), head of the Department of essential oil and medicinal crops, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea", 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: oleg_skipor@mail.ru.

Kashirina Natalya Aleksandrovna, researcher, Laboratory for maintaining variety stability and quality, Department of essential oil and medicinal crops, FSBSI “Research Institute of Agriculture of Crimea”; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295043, Russia; e-mail: natalia.kashirina.96@mail.ru.

Ovcharova Anastasiya Nikitovna, Cand. Sc. (Biol.), senior researcher, Laboratory of immunobiotechnology and microbiology, FSBSI “Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst”; Institut Settlement, town of Borovsk, Kaluga Region, 249013, Russia; e-mail: a.n.ovcharova@mail.ru.

Ostrenko Konstantin Sergeevich, Dr. Sc. (Biol.), leading researcher, head of the Laboratory of immunobiotechnology and microbiology, FSBSI “Federal Research Center for Animal Husbandry named after Academy Member L.K. Ernst”; Institut Settlement, town of Borovsk, Kaluga Region, 249013, Russia; e-mail: ostrenkoks@gmail.com.

Дата поступления в редакцию – 28.06.2023.

Дата принятия к печати – 21.09.2023.