

ЭФИРОМАСЛИЧНЫЕ И ЛЕКАРСТВЕННЫЕ РАСТЕНИЯ

УДК 631.811.98/633.81(477.75)

DOI: 10.36305/0513-1634-2022-142-15-25

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АРБУСКУЛЯРНЫХ МИКОРИЗНЫХ ГРИБОВ ПРИ ВЫРАЩИВАНИИ ЭФИРОМАСЛИЧНЫХ КУЛЬТУР В УСЛОВИЯХ ЮЖНОГО БЕРЕГА КРЫМА

**Лидия Алексеевна Логвиненко¹, Оксана Михайловна Шевчук¹,
Надежда Александровна Голубкина², Светлана Павловна Замана³,
Андрей Павлович Диваков¹, Ирина Анатольевна Федотова¹**

¹ФГБУН «Никитский ботанический сад - Национальный научный центр РАН» 298648,
Россия, Республика Крым, г. Ялта, пгт. Никита
E-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru

²Федеральный научный центр овощеводства
143072, Московская обл., Одинцовский р-н., п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14
E-mail: segolubkina45@gmail.com

В статье приведены результаты исследований эффективности биологического препарата арбускулярных микоризных грибов на перспективных сортах четырех эфиромасличных культур, таких как 'Изумруд' *Artemisia dracuncululus* L.; 'Рекорд' *Lavandula angustifolia* L.; 'Никитский белый' *Hyssopus officinalis* L. и 'Новичок' *Artemisia annua* L. В качестве оценочного критерия в работе изучены морфо-биологические и хозяйственно-ценные признаки растений, такие как урожайность надземной массы, массовая доля эфирного масла в сырье и его биохимический состав. В условиях ЮБК инокулирование травянистых растений (полынь однолетняя сорт Новичок, эстрагон сорт Изумруд) затянуло фазы генеративного развития на 4-13 дней, положительно влияя на длину соцветий, что улучшило все хозяйственно-ценные показатели с достоверными различиями по высоте растений, урожайности и сбору эфирного масла. Полукустарниковые культуры (лаванда узколистная сорт Рекорд и иссоп лекарственный сорт Никитский белый) в меньшей степени отреагировали на присутствие микоризных грибов. Более короткий период пребывания от фазы бутонизации до фазы массового цветения данных сортов в опыте не способствовал наращиванию вегетативной массы, а внесение АМГ привело к увеличению количества соцветий (в 1,5 раза у лаванды) и достоверному преимуществу их длины. Изменившиеся условия произрастания, благодаря увеличению доли соцветий в цветочно-травянистом сырье, внесли корректировки в биохимический состав эфирных масел всех культур. По годам прослеживается стабильная положительная тенденция по его основным компонентам: в лавандовом масле – по линалилацетату, в масле эстрагона – по метилхавиколу и по сумме камфоры и эвкалиптола – в полыни однолетней. В условиях ЮБК самая слабая отзывчивость, среди изучаемых сортов, определена для сорта 'Никитский белый'.

Ключевые слова: эфиромасличные культуры; сорт, арбускулярные микоризные грибы; эфирное масло; хозяйственно ценные признаки; компонентный состав; *Artemisia annua* L.; *Artemisia dracuncululus* L.; *Lavandula angustifolia* L.; *Hyssopus officinalis* L.

Введение

Высокие и стабильные урожаи эфиромасличных культур в условиях жаркого климата возможны только при условии оптимизации минерального питания и водообеспечения, а также защиты растений от различных форм биотических и абиотических стрессов, повышения иммунитета. Многие культуры хорошо растут и развиваются только в симбиозе с почвенными грибами, так как данный симбиоз (микориза) обеспечивает транспорт питательных веществ и воды из более глубоких слоев почвы, которые в меньшей степени подвержены пересыханию. Научными исследованиями установлено, что симбиоз арбускулярной микоризы улучшает питание

растения-хозяина необходимыми минеральными элементами, существенно повышает транспорт воды и устойчивость к фитопатогенам [1-3].

Научные работы по влиянию арбускулярных микоризных грибов (АМГ) проведены на луковых культурах [4], на цветочных [5], на садово-ягодных и древесных растениях [6]. Установлено, что инокулянты микоризных грибов влияют на обмен фосфора, повышают объемы его поглощения, увеличивают активность фотосинтеза и фитогормональный статус. Микоризные грибы предоставляют растению-хозяину минеральные питательные вещества и воду в обмен на продукты фотосинтеза. Обмен питательными веществами происходит в корковых клетках корней. Однако эффективность АМ-симбиоза зависит от отзывчивости растения на инокуляцию эндомикоризным грибом. В работах Pozo M.J. [7], Kumawat N. [8] показано, что микоризные грибы представляют дополнительные преимущества для растения-хозяина, такие как повышенная устойчивость к засухе и засоленности, в силу своей адаптационной способности выживать в условиях нехватки воды в среде; к болезням, так как эти грибы индуцируют синтез защитных фенолов-флавоноидов в растительных клетках; облегчают вызванную тяжелыми металлами токсичность и увеличивают эффективность фиторемедиации. В настоящее время препараты на основе АМГ производятся и применяются многими европейскими сельскохозяйственными фирмами Великобритании, Швейцарии, Франции и др. [4].

В почвенно-климатических условиях Южного берега Крыма (ЮБК), характеризующегося летними засухами в период активного роста эфиромасличных растений, а также культивируемых, часто, на малоплодородных и тяжелосуглинистых почвах крайне актуальными являются вопросы повышения иммунитета этих культур от различных форм биотических и абиотических стрессов, связанных с минеральным питанием и водоснабжением. Научных данных по эффективности применения АМГ на эфиромасличных культурах нет.

Цель исследований – установить влияние биопрепарата арбускулярных микоризных грибов на биологию развития, основные хозяйственно-ценные признаки эфиромасличных культур, в т.ч. биохимический состав эфирного масла в почвенно-климатических условиях Южного берега Крыма.

Объекты и методы исследования

В изучении находились эфиромасличные культуры: полынь однолетняя *Artemisia annua* L. сорт Новичок, эстрагон *Artemisia dracunculus* L. сорт Изумруд, лаванда узколистная *Lavandula angustifolia* L. сорт Рекорд, иссоп лекарственный *Hyssopus officinalis* L. сорт Никитский белый. Все представленные сорта селекции Никитского ботанического сада являются перспективными для получения эфирных масел. Исследования проводились в условиях сухого субтропического климата средиземноморского типа с географическими координатами территории 44°31' с.ш., 34°14' в.д., 208 м н.у.м. Особенность термического режима данного региона - положительные среднемесячные температуры в течение всего года, составляющие 12,5-13,4°С. Наиболее низкие температуры отмечаются в январе-феврале (3,2°С), а наиболее высокие в июле-августе (23,2-23,4°С). Переход среднесуточной температуры выше 5°С происходит в первой-второй декаде марта, ниже этого значения – в начале декабря. Годовое количество осадков составляет 560-619 мм с характерным преобладанием их в осенне-зимний период [9, 10]. Влияние арбускулярных микоризных грибов на сортовые, биологически однородные, вегетативно размноженные растения 2-го года жизни исследовалось в течение трех лет (2019-2021 гг.). Использовали биологический препарат АМГ под торговой маркой «Double Roots» производства фирмы Bioelements Ltd, продукт сертифицирован и используется в органическом сельском хозяйстве

Великобритании, а с 2019 г. зарегистрирован и разрешен к применению на территории России (Свидетельство о государственной регистрации пестицида или агрохимиката №2239 от 24 мая 2019 г. Номер государственной регистрации 086-19-2239-1). Препарат безопасен для человека, растений, животных и окружающей среды.

Сравнительное изучение инокулированных и контрольных образцов (не обработанные) проводилось на протяжении вегетационного периода, начиная с фазы отрастания и до фазы конец цветения. АМГ в форме порошка, растворенного в воде, вносили в качестве подкормки 3-хкратно: первая – при посадке в 2019 г., а в 2020-2021 гг. в фазу начало отрастания; вторая – в фазу массового отрастания; третья – в фазу стеблевания, т.е. до периода наступления высоких летних температур – воздушной и почвенной засухи. Доза АМГ на каждую обработку составила 10 грамм на 10 л. воды на площадь 10 кв.м.

Особенности роста и развития культур, сортовые биоморфологические признаки растений изучали с использованием общепринятых методик с дополнениями, принятыми в НБС-ННЦ [11]. Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга (ГОСТ 34213-2017) [12]. Компонентный состав эфирных масел исследовали на хроматографе Хроматэк-Кристалл 5000.2 с масс-спектрометрическим детектором и идентифицировали по результатам сравнения с данными библиотеки масс-спектров NIST14 MS Search [13]. Математическая обработка полученных данных проведена по Б.А. Доспехову [14].

Результаты и обсуждение

По заявлению авторов в составе изучаемого нами препарата помимо микоризных грибов *Glomus intraradicea*, присутствуют спорообразующие почвенные бактерии *Bacillus subtilis* и симбиотические азотфиксирующие бактерии из рода *Azotobacter*. При использовании данного состава микоризные грибы представляют функциональный способ связи между растением и почвой, так как они растут и в корне, и в почве. В почве АМГ образуют гифальную сеть, которая может простираться на большие расстояния за пределы зоны поглощения питательных веществ корнями растения, увеличивая площадь питания до 10 раз. Изучение влияния АМГ на биологический ход сезонного развития четырех эфиромасличных культур показано в таблице 1.

Таблица 1

Календарные сроки прохождения генеративных фаз роста и развития эфиромасличных культур при использовании арбускулярно-микоризных грибов

Фаза	<i>Artemisia annua</i> L. сорт Новичок		<i>Artemisia dracunculoides</i> L. сорт Изумруд		<i>Lavandula angustifolia</i> L. сорт Рекорд		<i>Hyssopus officinalis</i> L. сорт Никитский белый	
	К*	АМГ**	К*	АМГ**	К*	АМГ**	К*	АМГ**
Бутонизация	7.08	16.08	10.06	16.06	15.06	30.05	10.07	5.07
Начало цветения	19.08	26.08	17.06	21.06	21.06	15.06	22.07	15.07
Массовое цветение	3.09	12.09	5.07	12.07	1.07	21.06	2.08	22.07
Конец цветения-плодообразование	29.09	9.10	27.07	10.08	5.09	19.08	21.09	15.09

Примечания. К* – контроль; АМГ** - арбускулярно-микоризные грибы

По своему фенологическому развитию и вегетационному периоду они характеризуются разными феноритмотипами. Так, в условиях ЮБК стартует началом генеративного периода (фаза бутонизации) *Lavandula angustifolia* сорт Рекорд, за ним

следует *Artemisia dracunculus* L. сорт Изумруд, далее *Hyssopus officinalis* сорт Никитский белый и *Artemisia annua* сорт Новичок, тогда как в фазу плодообразования первыми вступают растения эстрагона, затем лаванда узколистая, иссоп лекарственный и полынь однолетняя.

Влияние АМГ на основные хозяйственно-ценные признаки эфиромасличных культур приведено в таблице 2.

Таблица 2

Влияние арбускулярно-микоризных грибов на биологию развития и основные хозяйственно-ценные признаки эфиромасличных культур, 2019-2021 гг.

Хозяйственно-ценные признаки	<i>Artemisia annua</i> L. сорт Новичок		<i>Artemisia dracunculus</i> L. сорт Изумруд		<i>Lavandula angustifolia</i> L. сорт Рекорд		<i>Hyssopus officinalis</i> L. сорт Никитский белый	
	К*	АМГ**	К*	АМГ**	К*	АМГ**	К*	АМГ**
Высота растений, см	98,0	121,5	82,0	102,7	65,3	64,5	72,5	75,5
НСР ₀₅ для высоты растений	19,4		18,1		Fф<Fт		Fф<Fт	
Длина соцветий (цветоноса), см	78,5	86,3	37,2	41,8	23,5	28,4	12,6	14,5
НСР ₀₅ для длины соцветий	8,1		4,7		6,0		2,2	
Вес надземной массы, г/куст	244	307	440	525	351	367	353	380
НСР ₀₅ для веса куста	51		76		Fф<Fт		26	
Урожайность, кг/м ²	1,47	1,84	1,32	1,58	1,05	1,10	1,06	1,14
НСР ₀₅ для урожая	0,35		0,22		Fф<Fт		0,07	
Массовая доля эфирного масла, % от сырой массы	0,60	0,65	0,60	0,65	1,10	1,30	0,35	0,35
НСР ₀₅ для массовой доли масла	0,05		0,05		0,18		Fф<Fт	
Сбор эфирного масла, г/м ²	8,8	12,0	7,9	10,3	11,6	14,3	3,70	4,1
НСР ₀₅ для сбора масла	2,9		2,2		2,5		0,4	

Примечания. К* – контроль; АМГ** - арбускулярно-микоризные грибы

Влияние биопрепарата микоризных грибов прослеживалось на этих культурах по-разному. Даты наступления фенофаз у контрольных и инокулированных растений зависели в большей степени от особенностей культур, представленных в изучении разными биоморфами. В среднем за три года установлено, что в опытном варианте наблюдались более ранние календарные сроки генеративного развития *Lavandula angustifolia* сорт Рекорд и *Hyssopus officinalis* сорт Никитский белый, относящихся к многолетним полукустарникам. У *Artemisia dracunculus* сорт Изумруд и *Artemisia annua* сорт Новичок, являющихся травянистыми культурами, напротив, применение биопрепарата АМГ привело к увеличению вегетационного периода и оба вида этих сортов достигали генеративного состояния развития в более поздние сроки. Растения эстрагона сорта Изумруд инокулированные микоризными грибами вошли позже на 6 дней в фазу бутонизации, на 4 дня в период начала цветения, на 7 дней в массовое цветение и на 13 дней к началу плодообразования в сравнении с контролем. У *Artemisia annua* сорт Новичок период от бутонизации до плодообразования затянулся на 10 дней, и фаза семяношение началась только 9 октября, в контроле – 29 сентября. Более раннее наступление сроков вегетации под влиянием микоризы у полукустарников и

затягивание вегетирования у травянистых растений связано с различными сроками закладки почек возобновления и формирования генеративных побегов, что является их биоморфологической особенностью.

Наиболее выраженное положительное отзывчивость инокуляции определено на травянистых культурах. Продолжительный вегетационный период, вызванный использованием АМГ, обеспечил у *Artemisia annua* и *A. dracuncululus* достоверное превышение по высоте растений на 21-23 см, а также длине соцветий на 5-8 см, урожайности на 260-370 г/м². Полученные нами результаты согласуются с исследованиями С.Е. Дунаевой [15]. В культуре in vitro показано, что растения отзывчивы на инокуляцию арбускулярными микоризными грибами посредством увеличения свежей и сухой массы побегов и корней, высоты растений, лучшей адаптации и повышенной устойчивости к стрессу.

Основной хозяйственно-ценный показатель – сбор эфирного масла и в контрольном варианте у *Artemisia annua* составил 8,8 г/м², в варианте с инокулированием – 12,0 г/м² при наименьшей существенной разнице 2,9; у *Artemisia dracuncululus* соответственно 7,9 и 10,3 г/м² при НСР₀₅ 2,2. В ранее проведенных исследованиях Berruti A [16], Srivastava P.S. [6] положительный эффект инокуляции АМГ у древесных растений был зафиксирован на прирост биомассы, урожайность, накопление фитохимических веществ и эфирных масел (табл. 3).

Таблица 3

Влияние арбускулярно-микоризных грибов на содержание основных компонентов эфирного масла из надземной массы эфиромасличных растений, 2019-2021 гг.

Компоненты	Время	2019 г.		2020 г.		2021 г.	
		К*	АМГ**	К*	АМГ**	К*	АМГ**
Lavandula angustifolia L. сорт Рекорд							
Linalyl acetate	15,96	18,78	25,22	25,03	25,23	22,89	29,25
Linalool	11,16	34,56	36,46	49,91	42,84	51,05	38,88
Artemisia dracunculus L. сорт Изумруд							
(E)-Ocimene	9,20	11,90	10,78	4,31	8,29	6,18	7,80
(Z)-Ocimene	9,54	6,75	6,16	3,92	6,27	6,36	6,65
Methyl chavicol	14,46	79,34	81,06	80,66	83,60	80,91	88,32
Hyssopus officinalis L. сорт Никитский белый							
(E)-Pinocamphone	13,28	52,78	50,43	49,84	47,53	44,92	47,10
Isopinocamphone	13,75	25,99	26,28	23,76	25,15	24,22	27,00

Примечания. К* - контроль; АМГ** - арбускулярно-микоризные грибы.

На культурах полукустарниках *Lavandula angustifolia* и *Hyssopus officinalis* инокулированные растения не проявили достоверной ростовой активности, существенных различий по высоте растений не наблюдалось. Разница с контролем, из изучаемых морфологических признаков, выявлена лишь по длине цветоноса. Культура *Lavandula angustifolia* сорт Рекорд на внесение в почву АМГ отреагировала также увеличенным количеством соцветий на кусте - 21 штук на растение, превысив контроль в 1,5 раза. В результате в урожае цветочно-травянистого сырья, из которого извлекается эфирное масло, получено преимущественное соотношение генеративных органов. В среднем за 3 года исследований лаванды узколистной превышение с контролем по массовой доле эфирного масла на 0,22% в надземной массе привело к увеличению его сбора на 23,3%. Меньше всего на АМГ отреагировал «Никитский белый». Прибавка по урожайности и сбору масла получена у опытных растений иссопа лекарственного только за счет длины соцветий, превышающей контроль в среднем на 15,0%.

Эфирное масло является характерной величиной для каждого вида растений, однако под влиянием внешних факторов, таких как температура, влажность, доступность элементов минерального питания, кислотность почвы и др., его состав претерпевает изменения. По результатам сравнительного изучения компонентного состава его химическая изменчивость прослеживается, в первую очередь, по основным компонентам, составляющих в эфирном масле более 65% у *Lavandula angustifolia* 'Рекорд', 74% - *Hyssopus officinalis* 'Никитский белый', 83% - *Artemisia dracunculus* 'Изумруд' и 70% у *Artemisia annua* 'Новичок'.

Применение АМГ на растениях *Lavandula angustifolia* сорт Рекорд демонстрируют положительную и стабильную динамику накопления линалилацетата в эфирном масле как в среднем за три года (на 4,3%), так и отдельно по годам с 25,22% до 29,25% (см. табл. 3, рис. 1). Тогда как в контрольном образце масла содержание данного компонента варьирует, возрастая на второй год исследований с 18,78% до 25,03% и снижаясь к третьему до 22,89%.

Данный факт рассматривается нами как реакция на внешние условия среды, что вполне закономерно в онтогенезе растений, при определенном дефиците влаги и питательных веществ, влияющих одновременно и на соотношение промышленной части растений (соцветия) к балластной (листья, стебли).

Компонент линалоол с линалилацетатом в лавандовом масле составляют характерную комбинацию, ценность которой определяется доминированием последнего. Относительная доля линалоола в опытном образце масла, соответственно, ниже, но за то в контроле его содержание к 3-му году исследований достигло своего известного максимума в 51%, что приводит к снижению органолептической оценки масла до 4,0 баллов (рис. 1).

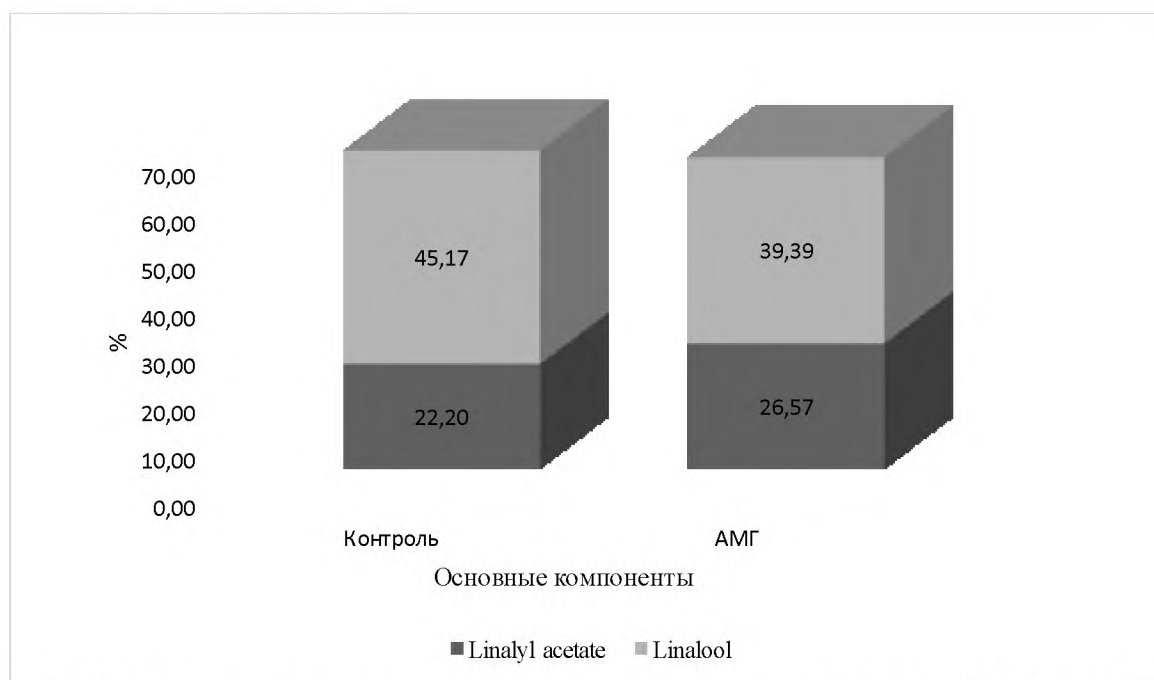


Рис. 1 Содержание основных компонентов эфирного масла *Lavandula angustifolia* L. сорт Рекорд (надземная масса, 2019–2021 гг.)

Положительное влияние симбиоза отмечено и в масле *Artemisia dracunculus* сорт Изумруд. Сумма основных компонентов под влиянием микоризных грибов увеличилась с 96,44 до 99,82%. Содержание компонентов (E)-Осимене и (Z)-Осимене по годам исследований было не стабильно, в 2019 г. симбиоз ослабил их накопление, а в 2020 и 2021 гг. усилил. В отношении метилхавикола зафиксирована стабильная

положительная тенденция на протяжении всех лет исследований - от 1,72% в начале эксперимента до 7,41% на третий год исследований (см. табл. 3, рис. 2).

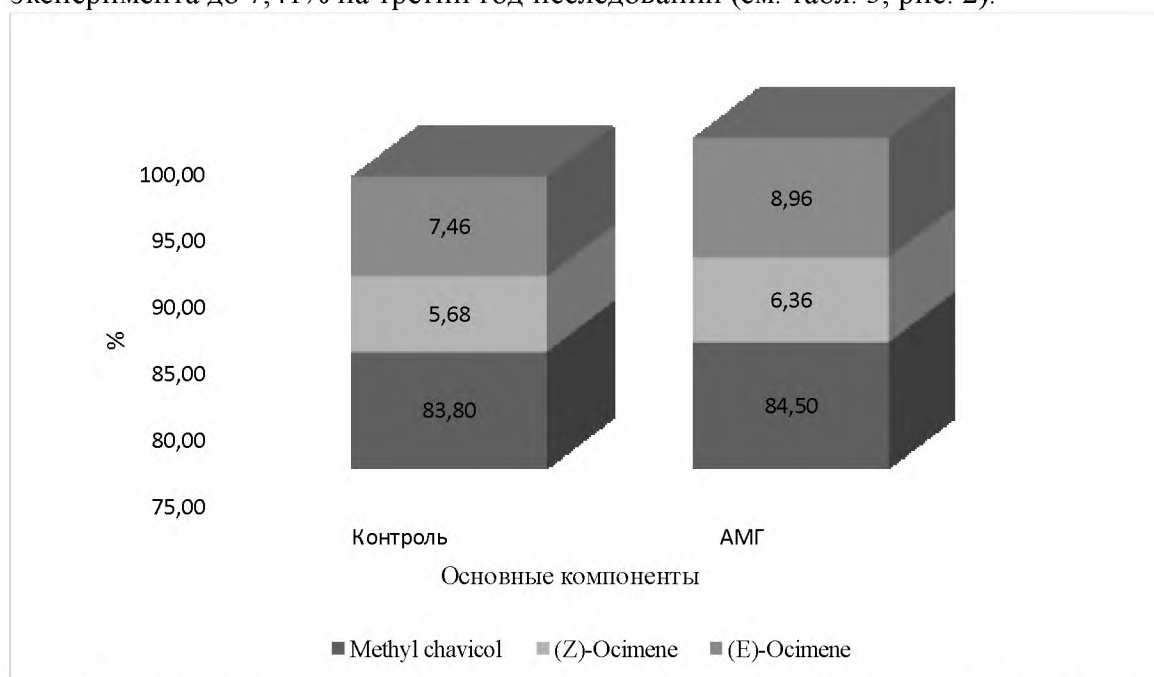


Рис. 2 Содержание основных компонентов эфирного масла *Artemisia dracunculus* L. сорт Изумруд (надземная масса, 201–2021 гг.)

Самую слабую отзывчивость на изменение качественных характеристик масла под влиянием АМГ показал *Hyssopus officinalis* сорт Никитский белый (рис. 3).

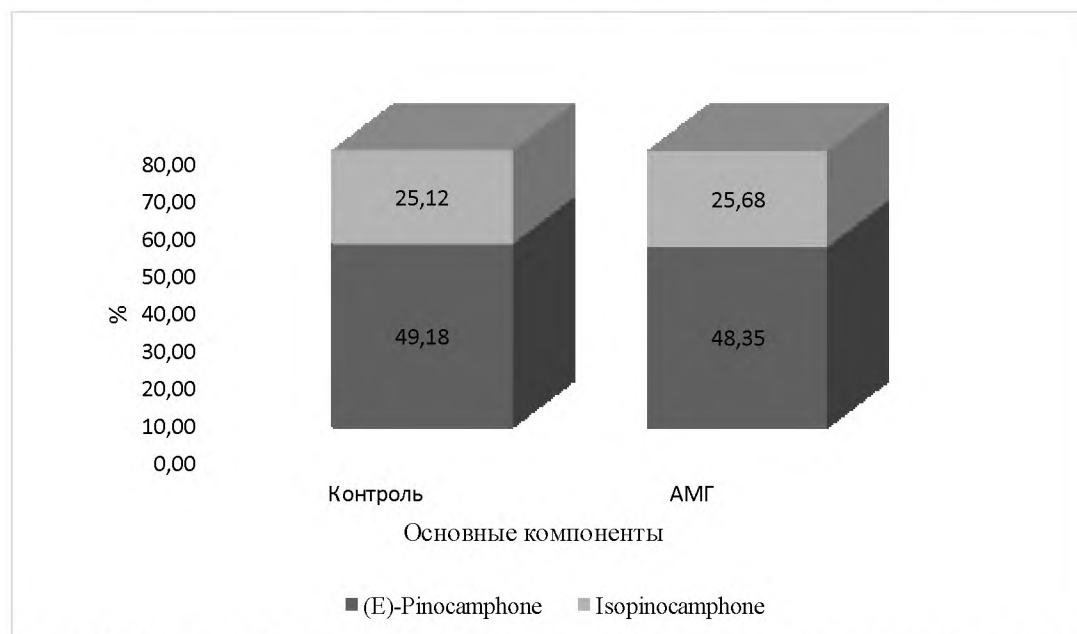


Рис. 3 Содержание основных компонентов эфирного масла *Hyssopus officinalis* L. сорт Никитский белый (надземная масса, 2019–2021 гг.)

Качество сырья оценивали по содержанию двух основных компонентов в эфирном масле, это пинокамфон и его изомера – изо-пинокамфона (рис. 3).

В среднем за три года общая их сумма в обоих вариантах (с микоризой и без) составила 74,3%, при этом количество пинокамфона под влиянием микоризы снизилось на 0,83%, а изомера возросло на 0,56% (табл. 4).

Таблица 4

**Влияние арбускулярно-микоризных грибов на компонентный состав эфирного масла
Artemisia annua L. сорт Новичок**

№	Компоненты	RI	Массовая доля компонента, %	
			контроль	АМГ*
1	Этил 2-метилбутират	846	0,59	0,28
2	3-Гексен-1-ол	855	0,04	-
3	Сантолинатриен	903	1,00	0,21
6	Трициклен	936	0,17	0,25
7	α -Пиен	946	1,15	1,24
8	Камфен	963	2,37	3,24
9	Сабинен	981	1,79	2,45
10	β -Мирцен	990	5,85	8,01
12	Сантолина-спирт	1034	0,24	0,11
13	Эвкалиптол	1041	11,29	15,32
14	Артемизия кетон	1061	36,69	22,34
15	γ -Терпинен	-	0,17	0,21
17	Цис- Сабинен гидрат	1076	0,27	0,33
18	Артемизия спирт	1083	9,58	4,02
20	транс- Сабинен гидрат	1105	0,21	0,20
24	Камфора	1155	19,18	28,76
25	Лавандулол	1167	1,13	0,30
26	δ -Терпинеол	1174	0,14	0,21
27	Борнеол	1179	0,29	0,35
28	Терпмнен-4-ол	1186	0,46	0,66
29	α -Терпинеол	1197	0,62	0,98
31	цс-3-Гексенил изовалерат	1229	0,12	0,11
32	Тимол	121	0,12	
33	Эвгенол	1356	0,11	0,12
34	Бензил изовалерат	1385	0,24	0,43
35	β -Кариофилен	1435	0,62	0,73
37	(Е)- β -Фарнезен	1456	0,17	0,13
39	Гермакрен D	1495	0,55	0,86
40	β -Селинен	1502	1,31	2,34
43	Кариофиллен оксид	1597	0,12	0,11

Примечания. АМГ* - арбускулярно-микоризные грибы

За все годы исследований только к 2021 г. сравнительный анализ показывает увеличение суммы основных компонентов на 4,96%, что можно рассматривать как направленное улучшение парфюмерных свойств масла иссопа (см. табл. 4). Следовательно, можно только предположить, что при регулярном применении АМГ

зафиксированная тенденция с течением времени будет повышать качество эфирного масла (рис. 4).

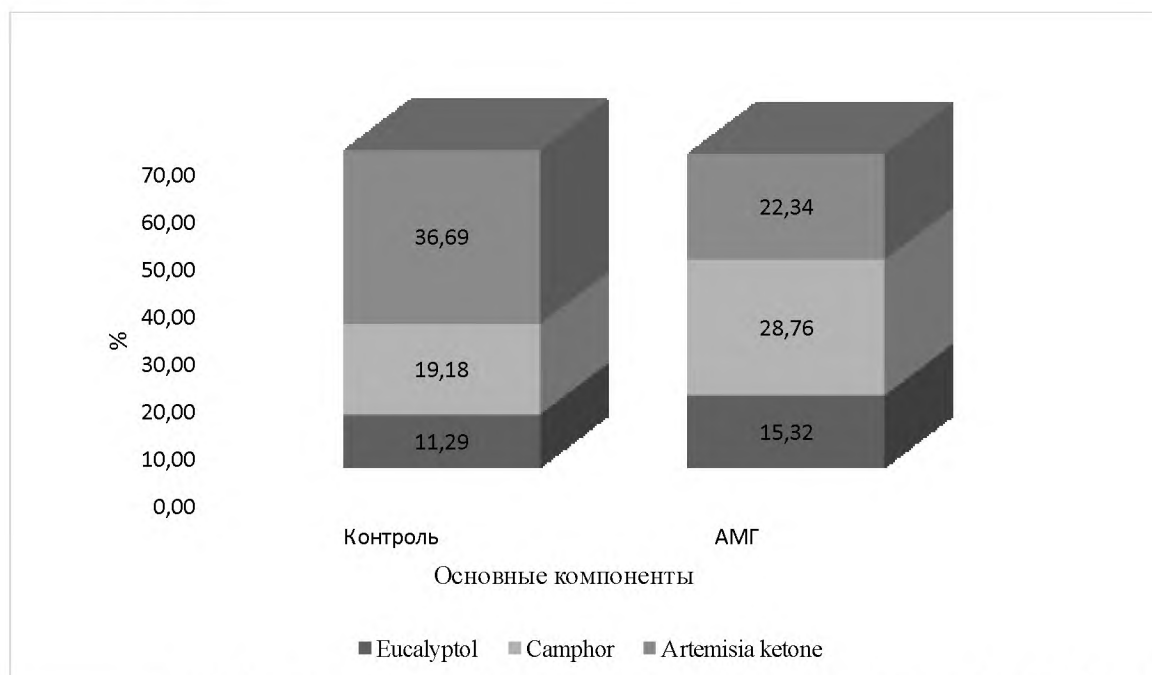


Рис. 4 Содержание основных компонентов эфирного масла *Artemisia annua* L. сорт Новичок (надземная масса, 2019–2021 гг.)

И только для однолетней культуры *Artemisia annua* сорта Новичок внесение почвенной микоризы в корнеобитаемый слой оказало существенное влияние на биосинтез индивидуальных компонентов. Из 43 идентифицированных 28 компонентов отреагировали положительно.

Изменения в биохимическом составе имеют общую тенденцию к накоплению более окисленных соединений в масле *Artemisia annua* и направлены в сторону увеличения синтеза биогенетически связанных друг с другом веществ, таких как камфоры (с 19,18% до 28,76%) и эвкалиптола (на 4,03%). А вот снижение в опытном образце эфирного масла артемизия кетона – основного компонента данного сорта на 14,35% свидетельствует о видоспецифическом влиянии АМГ на биохимические показатели эфирного масла.

Выводы

1. Применение биологического препарата арбускулярных микоризных грибов на сортах эфиромасличных культур в условиях Южного берега Крыма ускорили на 6-15 дней наступление генеративных фаз развития у полукустарниковых растений (*Lavandula angustifolia*, *Hyssopus officinalis*) и способствовали более поздним срокам (на 4-13 дней) генеративного развития травянистых растений (*Artemisia annua*, *A. dracuncululus*).

2. Достоверное положительное влияние инокулирования на все хозяйственно-ценные показатели эфиромасличных сортов зафиксировано на травянистых растениях (Изумруд и Новичок), которые превосходили контрольный вариант по высоте на 21-23 см, по длине соцветий на 5-8 см, по урожайности на 260-370 г/м².

3. Не выявлено достоверного влияния АМГ по сравнению с контролем по высоте растений *Lavandula angustifolia* сорт Рекорд и *Hyssopus officinalis* сорт Никитский белый. Из изучаемых морфологических признаков таковая выявлена по длине соцветий, а количество соцветий у лаванды превысило контроль в 1,5 раза, что

обеспечило преимущественное соотношение генеративных органов в цветочно-травянистом сырье.

6. Компонентный состав эфирных масел в присутствии арбускулярных микоризных грибов изменился по количеству основных компонентов. В лавандовом масле содержание линалилацетата возросло на 4,3% со стабильной положительной динамикой по годам. В масле эстрагона количество метилхавикола увеличилось от 1,72% в первый год до 7,41% на третий год. В масле иссопа поведение пинокамфона не стабильно, положительные тенденции проявились лишь к третьему году внесения препарата. В масле полыни однолетней компоненты камфора и эвкалиптол возросли в 1,5-1,4 раза, а основной – артемизия кетон, характеризующий данный сорт снизился в 1,6 раз к контролю.

Список литературы

1. Алещенкова З.М., Сафронова Г., Соловьева Е., Федоренчик А. Влияние арбускулярных микоризных грибов на рост и развитие растений // Наука и инновации. – 2011. – № 2 (96). – С. 59-63.
2. ГОСТ 34213-2017. Межгосударственный стандарт. Сырье эфиромасличное цветочно-травянистое. ФГУП «Стандартинформ». – [Электронный ресурс] – URL: www.gostinfo.ru info@gostinfo.ru
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта с основами статистической обработки результатов исследований. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
4. Дунаева С.Е. Бактериальные микроорганизмы, ассоциированные с тканями растений в культуре *in vitro*: идентификация и возможная роль // Сельскохозяйственная биология. – № 50 (1). – 2015. – С.3-15. DOI: [org/10.15389/agrobiologi.2015.1.3rus](https://doi.org/10.15389/agrobiologi.2015.1.3rus).
5. Интродукция и селекция ароматических и лекарственных культур. Методологические и методические аспекты / Исигов В.П., Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А., Кутько С.П., Бакова Н.Н., Марко Н.В. – Ялта, НБС–ННЦ, 2009. – 110 с.
6. Карузо Д., Голубкина Н.А., Середин Т.М., Селлитто В.М. Использование арбускулярных микоризных грибов при выращивании луковых культур // Овощи России, 2018. – № 3. – С. 93-98.
7. Метеоданные: Агрометеостанция «Никитский сад», 2019-2021 гг.
8. Плугатарь Ю.В., Корсакова С.П., Ильницкий О.А. Экологический мониторинг Южного берега Крыма. – Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2015. – 164 с.
9. Самарина Л.С., Маляровская В.И., Рогожина Е.В., Малюкова Л.С. Эндифотные микроорганизмы как промоутеры роста растений в культуре *in vitro* // Сельскохозяйственная биология, 2017. – Сочи, Россия. – Т. 52 (5). – С. 917-927.
10. Свидетельство о государственной регистрации пестицида или агрохимиката №2239 от 24 мая 2019 г. Номер государственной регистрации 086-19-2239-1
11. Соловьева Е., Алещенкова З. Арбускулярные микоризные грибы в почвенно-климатических условиях Беларуси // Мат-лы 22-ой Междунар.науч.-практ. конф. «Human and Nature Safety» 4-6 мая 2016 г. – АСУ, Каунасский р. – С. 152-156.
12. Ткачев А.В. Исследование летучих веществ растений. – Новосибирск: «Офсет», 2008. – 969 с.
13. Berruti A. Arbuscular mycorrhizal fungi as natural biofertilizers: let's benefit from past successes // Front Microbiol. – Vol. 6. – 2016. – P. 2-13. DOI: [org/10.3389/fmicb.2015.01559](https://doi.org/10.3389/fmicb.2015.01559).
14. Jansa J. In vitro and post vitro inoculation of micropropagated Rhododendron with ericoid mycorrhizal fungi // Appl. Soil Ecol. – 2000. – № 15. – P. 125-136

15. *Kumawat N.* Role of Biofertilizers in Agriculture // Popular kheti. – Vol. 5 (4). – 2017. – P. 63-66.
16. *Pozo M.J.* Impact of arbuscular mycorrhizal symbiosis on plant response to biotic stress: the role of plant defense mechanisms // Arbuscular mycorrhizal: physiology and function. – 2010. – Chapter 9. – P. 193-207.
17. *Srivastava P.S.* Role of Mycorrhiza in *in vitro* Micropropagation of Plants // Techniques in Mycorrhizal Studies. Springer. – Dordrecht. – 2002. – P. 443-468. DOI: [org/10.1007/978-94-017-3209-3_23](https://doi.org/10.1007/978-94-017-3209-3_23).

Статья поступила в редакцию 28.02.2022 г.

Logvinenko L.A., Shevchuk O.M., Golubkina N.A., Zamana S.P., Divakov A.P., Fedotova I.A.
The effectiveness of the use of arbuscular mycorrhizal fungi on essential oil crops in the conditions of the Southern Coast of the Crimea // Bull. Of the State Nikita Botan. Gard. – 2022. – № 142. – P. 15-25

The article presents the results of studies of the effectiveness of a biological preparation of arbuscular mycorrhizal fungi on promising cultivars of four essential oil crops, such as 'Izumrud' *Artemisia dracunculus* L.; 'Rekord' *Lavandula angustifolia* L.; 'Nikitsky bely' *Hyssopus officinalis* L. and 'Novichok' *Artemisia annua* L. As an evaluation criterion, the morpho-biological and economically valuable traits of plants, such as the yield of the aboveground mass, the mass fraction of essential oil in the raw material and its biochemical composition, were studied in the work. Inoculation of herbaceous plants (sweet wormwood 'Novichok' cultivar, tarragon 'Izumrud' cultivar) delayed the phases of generative development for 4-13 days, positively affecting the length of inflorescences, which improved all economically valuable indicators with significant differences in plant height, yield and collection of essential oil. Semi-shrub crops (narrow-leaved lavender 'Rekord' cultivar and medicinal hyssop 'Nikitsky bely' cultivar) reacted to the presence of mycorrhizal fungi to a lesser extent. A shorter period of stay from the budding phase to the mass flowering phase of these cultivars in the experiment did not contribute to the growth of vegetative mass, and the introduction of arbuscular mycorrhizal fungi led to an increase in the number of inflorescences (1.5 times in lavender) and a significant advantage of their length. The changed growing conditions, due to an increase in the proportion of inflorescences in floral and herbaceous raw materials, have made adjustments to the biochemical composition of essential oils of all crops. Over the years, there is a stable positive trend in its main components: in lavender oil - by linalyl acetate, in tarragon oil - by methylhavicol and in sweet wormwood - by the sum of camphor and eucalyptol. In the conditions of the SSC, among the studied cultivars, 'Nikitsky bely' showed the weakest responsiveness.

Key words: *essential oil crops; cultivar, arbuscular mycorrhizal fungi; essential oil; economically valuable traits; component composition; Artemisia annua* L.; *Artemisia dracunculus* L.; *Lavandula angustifolia* L.; *Hyssopus officinalis* L.