

УДК 615.322:547.913

DOI 10.29039/2413-1725-2023-9-1-285-296

СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *ARTEMISIA DRACUNCULUS* L. В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УСЛОВИЙ ВЫРАЩИВАНИЯ

Мулюкин М. А.¹, Булатова Е. В.¹, Кравченко И. В.¹, Самойленко З. А.¹,
Макарова Т. А.¹, Гулакова Н. М.¹, Ботиров Э. Х.²

¹БУ ВО Сургутский государственный университет, Сургут, Россия

²Институт химии растительных веществ им. акад. С. Ю. Юнусова АН РУз, Ташкент,
Узбекистан

E-mail: mulyukin_ma@mail.ru

В настоящей работе получены данные о компонентном составе эфирного масла *Artemisia dracunculus* L. (эстрагон или тархун, сорт Гудвин), выращенного в условиях гидропоники под белым и цветным светодиодным освещением. Сбор лекарственного растительного сырья проводили в начале цветения до плодоношения, так как в этот период фитомасса накапливает максимальное количество биологически активных веществ. Для контроля были взяты образцы растений, произрастающих в условиях открытого грунта на территории Ботанического сада г. Сургута. Методом гидродистилляции из воздушно-сухой надземной части лекарственного растения *Artemisia dracunculus* L., выращенного в условиях светокультуры, получено эфирное масло. Методом ГХ-МС в составе эфирного масла из надземной фитомассы растений открытого грунта идентифицировано 28 соединений, тогда как в составе эфирного масла из образцов, выращенных под белыми и цветными фитолампами, обнаружено 17 и 20 веществ, что составляет 98,0; 99,3 и 99,6 % от общего количества эфирного масла соответственно. Главными компонентами эфирного масла надземной части эстрагона, выращенного как в открытом грунте, так и в условиях гидропоники, являются тимол (3,2–26,4 %), метилэвгенол (21,2–47,4 %), элемицин (15,1–28,8 %) и изоэлемицин (7,2–30,0 %). В составе эфирного масла из воздушно-сухого сырья эстрагона обнаружены также метилизоэвгенол (3,5 %), карвакрол (3,1 %), спатуленол (2,5 %), гермакрен-Д (1,6 %) и другие соединения. Следует отметить, что компонентный химический состав эфирного масла эстрагона, произрастающего в условиях светокультуры и открытого грунта, варьирует в зависимости от условий произрастания. Освещение цветными лампами способствовало увеличению накопления метилэвгенола в 1,6 раза, тимола в 3,5 раза, терпинен-4-ола в 2 раза по сравнению с составом эфирного масла, полученного из открытого грунта. В то же время освещение белыми лампами было эффективным в отношении накопления изоэлемицина – в 1,2 раза, карвакрола в 2 раза, тимола в 8 раз, по сравнению с открытым грунтом.

Ключевые слова: *Artemisia dracunculus* L., эфирное масло, ГХ-МС, лекарственные растения, гидропоника.

ВВЕДЕНИЕ

Artemisia dracunculus L. (эстрагон или тархун) – многолетнее травянистое растение, относится к семейству астровые (Asteraceae). Данная культура обладает приятным пряным ароматом. В фармакологических целях используют надземную фитомассу эстрагона. Сбор лекарственного растительного сырья проводят в начале

цветения до плодоношения. В этот период фитомасса накапливает максимальное количество биологически активных веществ [1–3]. В качестве лекарственного растительного сырья используется трава, экстракты и эфирное масло эстрагона. Препараты из эстрагона обладают ранозаживляющими, мочегонными, ветрогонными, успокаивающими, гипополидемическими, противодиабетическими, тромболитическими свойствами [4–7]. Настойки эстрагона обладают антигипоксическими и анальгезирующими свойствами. Экстракты и эфирное масло проявляют антибактериальную, антифунгальную и альгицидную активность, тогда как эфирный экстракт – противоопухолевую активность [8–12]. Отвар, настойка и эфирное масло проявляют антигельминтную и антиоксидантную активность [13–15].

Широкое применение эфирного масла (ЭМ) *A. dracunculus* в различных отраслях промышленности и возросший интерес к его фармакологическим свойствам со стороны официальной медицины стали предпосылками для увеличения спроса и объема производства этого продукта до 10 тонн в год. Исследования последних лет показали, что к основным потребителям эфирного масла эстрагона относятся химическая промышленность и парфюмерия. Эти отрасли используют компоненты ЭМ для синтеза ароматических соединений [16]. Также растительное сырье эстрагона применяют как пряность и ароматизатор в пищевой промышленности [17].

Основным компонентом травы и листьев *A. dracunculus* является эфирное масло. На состав ЭМ влияют условия выращивания, онтогенетические особенности и возраст растения. Самые высокие концентрации ЭМ наблюдаются в начале распускания листьев и в начале цветения.

В результате исследования компонентного состава ЭМ *A. dracunculus*, И. Б. Руцких установила закономерность влияния возраста растений и фазы их развития на качественный состав масла. Исследование химического состава надземной фитомассы молодых растений эстрагона показало преобладание группы веществ сесквитерпеноидов. Для сравнения исследовали компонентный состав ЭМ растений возрастом до 5 лет, в результате которого был установлен более сложный химический состав. Тогда как к 10 годам у растений отмечено заметное снижение компонентного состава. Повышенное содержание в ЭМ сесквитерпеноидов выявлено в образцах растений, которые были собраны в фазу вегетации, а также в фазу плодоношения, причем вне зависимости от возраста. Наибольшее число компонентов в ЭМ характерно для фазы бутонизации и цветения [5].

Основными компонентами ЭМ являются: эстрагол или метилхавикол (40–85 %), сабинен (около 35 %), метилэвгенол (около 25 %) и элемицин (до 57 %) [1, 17, 18]. Эстрагон содержит большое количество кумаринов (герниарин скополетин, скопарон, дракумерин, артемидин, эскулетин, эскулин и капиллярин). Общее количество кумаринов в траве более 1,0 % [4, 18]. Также было обнаружено, что *A. dracunculus* содержит флавоноиды, концентрация которых в дикорастущих растениях колеблется от 0,5 до 1,9 %, а в условиях культивирования может быть получено максимальное содержание 4,9 %. Флавоноиды, типичные для этого вида, включают кверцетин, кемпферол, лютеолин, изорамнетин и их гликозиды, нарингенин, аннагенин (5,6,7,8,4'-пентагидрокси-3'- метоксифлавоон), пиноцембрин

и эстрагонозид С [1, 4, 18]. Доказано, что экстракты травы *A. dracunculus* также содержат фенольные кислоты, главным образом хлорогеновую кислоту, кофейную кислоту и ванильную кислоту. Другие соединения, обнаруженные в растении, включают алкамиды (неопеллиторин А, неопеллиторин В, пеллиторин), полиацетилены, дубильные вещества, соединения, придающие горечь, витамин С, жирные кислоты и стеринны [4, 8, 18].

Цель исследования – изучить компонентный состав эфирного масла эстрагона (*Artemisia dracunculus* L.), выращенного в условиях светокультуры и открытого грунта, для рационального использования лекарственного растительного сырья и поиска биологически активных веществ.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В качестве объекта исследования был выбран эстрагон сорта Гудвин. Это многолетний прямостоячий полукустарник до 115 см высотой. Стебель сильноветвистый, хорошо облиственный. Листья среднего размера, сидячие, линейно-ланцетные, светло-зеленые со слабым восковым налетом, сочные. Урожайность зеленой массы при двухразовой срезке взрослых растений на 2-ой год вегетации до 5 кг/м² [19].

Исследования проводили в двухъярусной гидропонной установке с подогревом типа «Система-4Д» в минераловатном субстрате. В качестве удобрений применяли полностью растворимые в воде комплексные удобрения с микроэлементами и кальциевую селитру. Уровень кислотности (рН) готового питательного раствора поддерживали в пределах 5,8...6,2 ед., электропроводность – 1,6–2 мСм/см [19–21]. В культивационном помещении температура воздуха составляла +22... +25 °С, влажность воздуха – 55...65 %. Основным фактором различия в агротехнике выступало освещение белыми и цветными фитолампами. Параметры цветного освещения – комбинация красных, синих и белых диодов (32:16:32), доминанта длины волны красного спектра – 625 нм, синего – 470 нм, световой поток 6573 лм, PPF 143 мкмоль/с/м²; параметры белого освещения – белые диоды, световой поток 8000 лм, цветовая температура 4000 К, PPF 165 мкмоль/с/м². Поддерживали 16-часовой световой режим.

Срезки фитомассы растений в условиях гидропоники проводились несколько раз за сезон, при достижении растениями высоты 50 см, растительное сырье срезали в начале цветения. В качестве контрольных образцов использовали эстрагон сорта Гудвин, который был выращен в условиях открытого грунта на территории Ботанического сада г. Сургута Ханты-Мансийского автономного округа – Югры.

Выделение эфирного масла из 160 г измельченной воздушно-сухой надземной части *A. dracunculus* осуществляли методом гидродистилляции при атмосферном давлении. Дистиллят отбирали в течение 3 часов. ЭМ из дистиллята выделили жидкость-жидкостной экстракцией хлороформом. Растворитель отгоняли, эфирное масло сушили безводным сульфатом натрия. Из воздушно-сухого сырья получили светло-желтое масло с характерным запахом. ЭМ хранилось в холодильнике при -4 °С до использования.

Качественный и количественный состав ЭМ определяли с помощью хроматографа Shimadzu GCMS-TQ8040 с масс-спектрометрическим детектором 5973. Колонка GsBP-5MS длиной 30 м и внутренним диаметром 0,25 мм. Температура термостата программировалась от 50 °С до 250 °С со скоростью 4 °С/мин. Температура инжектора – 250 °С. Газ носитель – гелий, скорость потока – 1 см³/мин. Перенос от газового хроматографа к масс-спектрометрическому детектору прогревался до 230 °С. Температура источника поддерживалась на уровне 240 °С. Электронная ионизация проводилась при 70 эВ в ранжировке масс m/z от 33 до 450. Идентификация выполнялась на основе сравнения полученных масс-спектров с данными электронной библиотеки NIST14 и сравнения индексов удерживания соединений, определенных по отношению к времени удерживания *n*-алканов (C₉-C₂₄). Количественное содержание компонентов ЭМ вычисляли из площадей хроматографических пиков.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Выход ЭМ из растения *A. dracunculoides*, выращенного в открытом грунте, а также в контролируемых условиях гидропоники под белыми и цветными лампами, составил 0,64; 0,24 и 0,58 масс. % соответственно в пересчете на абсолютно сухое сырье. По литературным данным, массовая доля ЭМ эстрагона в фитомассе, высушенной до воздушно-сухого состояния, составляет не менее 0,15 % и 0,18 % в абсолютно сухом сырье. В измельченном растительном материале, полученном в результате просеивания через сито с диаметром отверстий 7 мм, преобладают зеленые листья растений и соцветия. В связи с этим, содержание ЭМ значительно выше и составляет не менее 0,45 % в пересчете на абсолютно сухое растительное сырье [22].

Изучен компонентный состав ЭМ из воздушно-сухой надземной части лекарственного растения *A. dracunculoides*, выращенного в открытом грунте, а также в контролируемых условиях гидропоники. Методом ГХ-МС в составе ЭМ из растений открытого грунта идентифицировано 28 соединений, тогда как в составе ЭМ из растений, выращенных в гидропонике под белым и цветным освещением, обнаружено 17 и 20 веществ, что составляет 98,0; 99,3 и 99,6 % от общего количества ЭМ соответственно (табл. 1).

Главными компонентами ЭМ надземной части эстрагона, выращенного как в открытом грунте, так и в условиях гидропоники, являются тимол (3,2–26,4 %), метилэвгенол (21,2–47,4 %), элемицин (15,1–28,8 %) и изоэлемицин (7,2–30,0 %).

В составе ЭМ из воздушно-сухого сырья эстрагона обнаружены также метилизоэвгенол (3,5 %), карвакрол (3,1 %), спатуленол (2,5 %), гермакрен-Д (1,6 %) и другие соединения. Следует отметить, что компонентный химический состав ЭМ эстрагона, произрастающего в условиях светокультуры и открытого грунта, варьирует в зависимости от условий произрастания.

Освещение цветными лампами способствовало увеличению накопления метилэвгенола в 1,6 раза, тимола в 3,5 раза, терпинен-4-ола в 2 раза по сравнению с составом эфирного масла, полученного из открытого грунта. В то же время освещение белыми лампами было эффективным в отношении накопления

СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *ARTEMISIA DRACUNCULUS* L....

изоэлемицина – в 1,2 раза, карвакрола в 2 раза, тимола в 8 раз, по сравнению с открытым грунтом. Некоторые компоненты эфирного масла (метилизоэвгенол, спатуленол, гермакрен-D) в условиях открытого грунта накапливались в большем количестве, чем в условиях гидропоники.

Таблица 1.
Компонентный состав эфирного масла *Artemisia dracunculus* L.

№ п/п	Компоненты	Индекс удерживания	Содержание компонентов, %		
			ОГ	БЛ	ЦЛ
1	2	3	4	5	6
1	3-Гексен-2-он	965	0,1	–	–
2	α-Пинен	972	–	–	0,2
3	β-Оцимен	1035	–	–	0,1
4	Линалоол	1098	0,1	0,1	0,2
5	Терпинен-4-ол	1178	0,2	0,2	0,4
6	п-Цимен-8-ол	1184	0,1	–	–
7	α-Терпинеол	1191	<0,1	<0,1	–
8	Эстрагол	1198	0,1	–	0,1
9	Космен-2-ол	1206	<0,1	–	–
10	Цитронеллол	1226	0,5	0,2	0,1
11	Гераниол	1253	0,5	0,1	0,1
12	Цитраль	1270	<0,1	–	–
13	Тимол	1290	3,2	26,4	11,1
14	Карвакрол	1300	1,5	3,1	1,1
15	Цитронеллилацетат	1352	0,3	<0,1	0,3
16	Эвгенол	1358	<0,1	–	–
17	Геранилацетат	1382	0,2	–	0,3
18	Метилэвгенол	1404	29,4	21,2	47,4
19	β-Кариофиллен	1426	0,2	0,2	0,2
20	Гермакрен D	1488	1,6	0,4	0,6
21	Метилизоэвгенол	1497	3,5	1,6	0,8
22	Бициклогермакрен	1503	0,4	–	0,2
23	γ-Мууролен	1520	0,1	–	–
24	δ-Кадинен	1528	0,4	0,2	0,1
25	Элемицин	1557	27,7	15,1	28,8
26	Спатуленол	1585	2,5	0,4	0,3
27	Кариофиллен оксид	1591	0,2	0,1	–
28	Изоэлемицин	1653	24,4	30,0	7,2
29	Т-Мууролол	1661	0,6	–	–
30	Химачалол	1688	0,2	–	–
Всего			98,0	99,3	99,6

Примечание: ОГ – открытый грунт; БЛ – белые лампы; ЦЛ – цветные лампы.

По данным С. А. Войткевича [23] выявлено существование нескольких основных хемотипов полыни эстрагон, которые отличаются между собой по химическому составу и выходу масла. Образцы растений, выращенные в Германии, содержат около 35 % сабинена и больше 25 % метилэвгенола. Масло эстрагона французского типа содержит более 60 % метилхавикола (эстрагола) [17, 23], 6–12 % β -оцимена и 2–6 % лимонена [17]. В растительном сырье, выращенном на территории Российской Федерации, содержатся в основном метилэвгенол или элемицин, а в образцах японского эстрагона до 35 % анетола [23].

Ф. С. Шароповым с соавторами [24] показано существование 7 главных хемотипов *A. dracunculus*: (1) с преобладанием (E)- β -оцимена/(Z)- β -оцимена, (2) α -терпинена, (3) капиллена, (4) метилэвгенола, (5) смешанный хемотип, (6) с преобладанием (Z)-артемидина (3-(1Z-бутенил)-изокумарина), (7) эстрагола (метилхавикола). Наши образцы можно отнести к промежуточному хемотипу между (4) метилэвгеноловым и смешанным хемотипом группы элемицина (5с).

В составе ЭМ полыни эстрагон сибирской флоры основными компонентами являются производные 4-пропилфенола (метилхавикол – до 48 %, триметоксиаллилбензол – до 34 %, метилэвгенол – до 12 %), ацетиленовые соединения (капиллен – до 3 %, 1-фенил-2,4-гексадин – до 24 %, 1-фенил-2,4-гексадин-1-он – до 3 %), производные изокумарина (3-(1Z-бутенил)-изокумарин – до 46 % и 3-(1E-бутенил)-изокумарин – до 26 %). В некоторых образцах в заметном количестве присутствуют сесквитерпеноиды, основными из которых являются агкуркумен (до 14 %), спатчуленол (до 17 %), кариофиллен- α -оксид (до 17 %) [5].

ГХ-МС анализ ЭМ свежей надземной части *A. dracunculus*, культивируемого в Карадже (к западу от Тегерана), показал наличие транс-анетола (21,1 %), транс- α -оцимена (20,6 %), лимонена (12,4 %), α -пинена (5,1 %), цис- β -оцимена (4,8 %), метилэвгенола (2,2 %), β -пинена (0,8 %), α -терпинолена (0,5 %), борнилацетата (0,5 %) и бициклогермакрена (0,5 %) в качестве основных компонентов [25].

В результате исследования химического состава ЭМ четырех видов турецкой полыни, в том числе *A. dracunculus*, в качестве основных компонентов были идентифицированы камфора (1,4–34,9 %), 1,8-цинеол (1,5–9,5 %), хамазулен (17,8 %), нуциферола пропионат (5,1 %), нуциферолбутаноат (8,2 %), кариофилленоксид (1,7–4,3 %), борнеол (0,6–5,1 %), α -терпинеол (1,6–4,1 %), спатуленол (1,3–3,7 %), кубенол (0,1–4,2 %), β -эвдесмол (0,6–7,2 %) и терпинен-4-ол (0,1–4,2 %) [25].

Эфирное масло *A. dracunculus*, собранного на территории Индии оказалось богатым следующими веществами: транс-анетолом (28,06 %), Z- β -оцименом (15,79 %), α -терпиноленом (10,12 %), элемицином (10,08 %), 1,8-цинеолом (7,71 %) и α -копаеном (2,78 %) [26].

Преобладающим компонентом ЭМ *A. dracunculus* (Арагюх, Армения) являлся эстрагол (метилхавикол) и достигал 84,9 %. Другими компонентами были линалоол (5,09 %), транс-бета-оцимен (4,00 %), лимонен (1,63 %), (Z,E)-аллооцимен (2,29 %), 3-карен (0,81 %) и бета-оцимен (0,61 %) [27].

Эфирное масло дикорастущего эстрагона в Таджикистане содержало 29,1 % сабинена, 24,6 % эстрагола, 7,8 % лимонена, 4,9 % (Z)-артемидина, 4,8 % мирцена и 4,0 % (E)- β -оцимена [24].

На аккумуляцию эфирных масел и их качественный состав влияют фаза вегетации, возраст растений, генетические особенности вида, а в условиях открытого грунта, кроме этого, важное значение имеют условия местообитания и климатические факторы [28].

Рабжаевой А. Н. установлено, что качественный состав основных составляющих ЭМ не зависит от температурно-влажностных характеристик фитоценоза (остается постоянным), количественное содержание терпинена в надземных органах тимьяна байкальского с увеличением коэффициента экстремальности уменьшается, а содержание карвакрола увеличивается. Содержание терпинеола характеризуется обратной зависимостью. По мере усиления экстремальности погодных условий содержание монотерпеноидов уменьшается [29].

Изменение содержания и состава ЭМ связано с их экологической функцией. Эфирные масла при испарении окутывают растение от перегрева. Вероятно, эти изменения носят приспособительный характер к условиям недостатка влаги за счет усиления биологической активности ЭМ. Так, происходит накопление терпинеола-4, имеющего высокую репеллентную активность. Накопление сесквитерпеновых соединений также можно рассматривать как фактор повышения устойчивости растений к патогенным агентам [30].

На синтез ЭМ существенное влияние оказывают следующие параметры: интенсивность и продолжительность освещения. С возрастом показателя освещенности рост, развитие и аккумуляция эфирного масла увеличивается до определенно максимального уровня. Избыточное освещение прямыми солнечными лучами (в июле-августе) негативно сказывается на физиолого-биохимические процессы растений. Часть световых лучей повышает температуру растений, что приводит к испарению ЭМ [31].

Полученные результаты показывают перспективность выращивания *Artemisia dracunculus* L. методом гидропоники, где благодаря разным спектрам освещения можно изменять качественный и количественный состав компонентов эфирного масла в сторону их увеличения (тимол, карвакрол, метилэвгенол, элемицин, изоэлемицин).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Установлено, что доминирующими компонентами эфирных масел эстрагона сорта Гудвин, выращенного в условиях открытого грунта и в контролируемых условиях гидропоники под белыми и цветными лампами, являются метилэвгенол, элемицин, изоэлемицин, тимол.
2. Освещение комбинированными лампами в соотношении красного, синего и белого спектра 32:16:32 способствовало увеличению накопления метилэвгенола в 1,6 раза, тимола в 3,5 раза, терпинен-4-ола в 2 раза по сравнению с составом ЭМ, полученного из открытого грунта.

3. Освещение белыми лампами было эффективным в отношении накопления изоземицина – в 1,2 раза, карвакрола в 2 раза, тимола в 8 раз, по сравнению с открытым грунтом.

Работа проведена при финансовой поддержке Департамента образования и молодежной политики Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, в рамках проекта «Технологии выращивания и извлечения биологически активных соединений северных ягодных культур и лекарственных трав (ЮграБиоФарм)» (Приказ Департамента образования и молодежной политики ХМАО – Югры № 10-П-1308 от 04.09.2020; Проект № 2020-146-11).

Список литературы

1. Куркин В. А. Фармакогнозия / В. А. Куркин. – Самара: Оффорт, 2007. – 446 с.
2. Fildan A. P. *Artemisia dracunculus* Essential Oil Chemical composition and antioxidant properties / A. P. Fildan, I. Pet, D. Stoin [et al.] // Revista de Chimie. Bucharest. – 2019. – Vol. 70, No 1. – P. 59–62. DOI: <https://doi.org/10.37358/RC.19.1.6851>.
3. Яркова Н. Н. Семеноведение сельскохозяйственных растений / Н. Н. Яркова, В. М. Федорова. Пермь, 2016. – 116 с.
4. Растительные ресурсы СССР. Цветковые растения, их химический состав, использование. Семейство Asteraceae. С.Пб., 1993. – С. 43–45.
5. Руцких И. Б. Состав эфирного масла полыни тархун (*Artemisia dracunculus* L.) сибирской флоры / И. Б. Руцких, М. А. Ханина, Е. А. Серых [и др.] // Химия растительного сырья. – 2000. – №3. – С. 65–76.
6. Fraternalia D. Essential Oil Composition and Antigermination Activity of *Artemisia dracunculus* (Tarragon) / D. Fraternalia, G. Flaminib, D. Riccia // Natural Product Communications. – 2015. – Vol. 10, No 8. – P. 1469–1472.
7. Obolskiy D. *Artemisia dracunculus* L. (Tarragon): A Critical Review of Its Traditional Use, Chemical Composition, Pharmacology and Safety / D. Obolskiy, I. Pischel, B. Feistel [et al.] // Journal of Agricultural and Food Chemistry. – 2011. – Vol. 59, No 21. – P. 367–384. DOI: <https://doi.org/10.1021/jf202277w>.
8. Bahramikia S. A comparison of antioxidant capacities of ethanol extracts of *Satureja hortensis* and *Artemisia dracunculus* leaves / S. Bahramikia, R. Yazdanparast, N. Nosrati // Pharmacologyonline. – 2008. – Vol. 2. – P. 694–704.
9. Kovalyova A. The research of antibacterial activity of tarragon and other species of the genus *Artemisia* L. / A. Kovalyova, O. Ochkur, N. Kashpur // The Pharma Innovation. – 2013. – Vol. 2, No 9. – P. 48–50.
10. Tak I. R. Phytochemical studies on the extract and essential oils of *Artemisia dracunculus* L. (Tarragon) / Tak I. R., Mohiuddin D., B. A. Ganai // Afr. J. Plant Sci. – 2014. – Vol. 8, No 1. – P. 72–75.
11. Aglarova A. M. Biological characteristics and useful properties of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) / A. M. Aglarova, I. N. Zilfikarov, O. V. Severtseva // Pharm. Chem. J. – 2008. – V. 42, No 2. – P. 81–86.
12. Naba M. I. Extraction and characterization of Iraqi *Artemisia dracunculus* dried aerial parts extract through HPLC and GC-MS analysis with evaluation of its antitumor activity against 7, 12-dimethylbenze (a) anthracene induced skin cancer in mice / M. I. Naba // International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences. – 2017. – Vol. 9, No 5. – P. 34–42.
13. Ayoughi F. Chemical Compositions of Essential Oils of *Artemisia dracunculus* L. and Endemic *Matricaria chamomilla* L. and an Evaluation of their Antioxidative Effects / F. Ayoughi, M. Barzegar, M. A. Sahari // J. Agr. Sci. Tech. – 2011. – Vol. 13. – P. 79–88.
14. Растительные ресурсы России: Дикорастущие цветковые растения, их компонентный состав и биологическая активность. Т.5. Семейство Asteraceae (Compositae). Ч.1. Роды *Achillea* – *Doronicum*. СПб.; М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 317 с.
15. Fildan A. P. *Artemisia dracunculus* Essential Oil Chemical composition and antioxidant properties / A. P. Fildan, I. Pet, D. Stoin // Rev. Chim (Bucharest). – 2019. – Vol. 70, No 12. – P. 59–62.

16. Лолойко А. А. Особенности биосинтеза эфирного масла в семенном потомстве полыни эстрагон (*Artemisia dracunculus*) / А. А. Лолойко, Н. Н. Петришина, Н. В. Невкрытая [и др.] // Экосистемы, их оптимизация и охрана. – 2011. – вып. 4. – С. 116–122.
17. Паштецкий В. С. Эфирные масла и их качество / В. С. Паштецкий. – Симферополь: ИТ «Ариал», 2021. – 212 с.
18. Ekiert H. *Artemisia dracunculus* (Tarragon): A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology / H. Ekiert, J. Swiatkowska, E. Knut [et al.] // Front. Pharmacol. – 2021. – Vol. 12. – P. 1–18. DOI: 10.3389/fphar.2021.653993.
19. Макаров П. Н. Оценка продуктивности и качества эстрагона и тимьяна обыкновенного при выращивании в светокультуре / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко [и др.] // Вестник Казанского государственного аграрного университета. – 2021. – №4 (64). – С. 24–29. DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-24-29>
20. Макаров П. Н. Технология выращивания эфиромасличных культур в закрытых системах / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко [и др.] // Вестник Нижневарттовского государственного университета. – 2020. – №2. – С. 53–59. DOI: <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/07>.
21. Макаров П. Н. Содержание биологически активных веществ в зеленых культурах, выращенных в светокультуре / П. Н. Макаров, Т. А. Макарова, З. А. Самойленко [и др.] // Безопасный Север – чистая Арктика: матер. III Всерос. науч.-практ. конф. Сургут. – 2020. – С. 271–279.
22. Бакова Н. Н. К вопросу о стандартизации сырья эстрагона / Н. Н. Бакова, О. М. Шевчук, Л. А. Логвиненко [и др.] // Овощи России. – 2019. – №2. – С. 58–62. DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-58-62>.
23. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии / С. А. Войткевич. – М.: Пищевая промышленность, 1999. – С. 79–80.
24. Sharopov F. Phytochemical Study on the Essential Oils of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) Growing in Tajikistan and Its Comparison With the Essential Oil of the Species in the Rest of the World / F. Sharopov, A. Salimov, S. Numonov [et al.] // Natural Product Communications. – 2020. – Vol. 15, No 12. – P. 1–7. DOI:10.1177/1934578X20977394.
25. Abad M. J. The *Artemisia* L. Genus: A Review of Bioactive Essential Oils / M. J. Abad, L. M. Bedoya, L. Apaza [et al.] // Molecules. – 2012. – No 17. – P. 2542–2566. DOI:10.3390/molecules17032542.
26. Tak I. R. Phytochemical studies on the extract and essential oils of *Artemisia dracunculus* L. (Tarragon) / Tak I. R., Mohiuddin D., Ganai B. A. [et al.] // Academic Journals. – 2014. – Vol. 8, No 1. – P. 72–75. DOI: 10.5897/AJPS2013.1145.
27. Petrosyan M. T. Chemical composition and antimicrobial potential of essential oil of *Artemisia dracunculus* L., cultivated at high altitude armenian landscape / M. T. Petrosyan, N. Zh. Sahakyan, A. H. Trchounian // Chemistry and Biology. – 2018. – V. 52, No 2. – P. 116–121.
28. Минович В. М. Растения и сырье семейства астровых, содержащие эфирные масла; учебно-методические рекомендации к практическим занятиям для студентов по фармакогнозии / В. М. Минович. – Иркутск: ИГМУ, 2014. – 26 с.
29. Рабжаева А. Н. Компонентный состав эфирного масла *Thymus baicalensis* Serg. (семейство Lamiaceae), произрастающего на территории Восточной Сибири и Монголии / А. Н. Рабжаева, С. В. Жигжитжапова, Л. Д. Раднаева // Химия растительного сырья. – 2015. – № 2. – С. 119–126.
30. Изотов Д. В. Эфирные масла некоторых травянистых растений и перспективы их использования / Д. В. Изотов, В. И. Михайлов [и др.] // Материалы 2-ой междунар. конф. по лесным биологически активным ресурсам. – Хабаровск: Изд-во ФГУ «ДальНИИЛХ», 2004. – С. 248–250.
31. Ильченко Г. Н. Влияние различной освещенности на рост и развитие базилика эвгенольного (*Ocimum gratissimum* L.) / Г. Н. Ильченко, Т. Т. Агеева, Н. Г. Березкин // Масличные культуры. – 2014. – №2. – С. 86–91.

COMPOSITION OF *ARTEMISIA DRACUNCULUS* L. ESSENTIAL OIL DEPENDING ON GROWING ENVIRONMENT

Mulyukin M. A.¹, Bulatova E. V.¹, Kravchenko I. V.¹, Samoilenko Z. A.¹,
Makarova T. A.¹, Gulakova N. M.¹, Botirov E. Kh.²

¹Surgut State University, Surgut, Russia

²Institute of Chemistry of Plant Substances. acad. S. Yu. Yunusova AS RUz, Tashkent, Uzbekistan

E-mail: mulyukin_ma@surgu.ru

The composition of the essential oil of *Artemisia dracunculus* L. medicinal plant (estragon, tarragon, Gudvin variety) was studied. The essential oil was extracted by means of hydrodistillation from air-dry aerial portion of the plant that was grown in a hydroponic system under white and colored LED lighting. The medicinal plant raw material was gathered at the beginning of the flowering stage before ripening, as during this period the phytomass accumulates the maximum amount of biologically active substances. The plants cultivated in open ground on the territory of Surgut Botanic Garden were used as control specimens.

The qualitative and quantitative composition of the essential oil was determined by the GC-MS method with the chromatograph Shimadzu GCMS-TQ8040 which mass-spectrometer detector is 5973. Tube GsBP-5MS with a length of 30 m and an inner diameter of 0.25 mm. Temperature of the injector is 250 °C. The carrier gas is helium, stream velocity is 1 cm³ per minute. The transfer from the gas chromatograph to the mass spectrometric detector was heated to 230 °C. The source temperature was maintained at 240 °C. Electron ionization was performed at 70 eV in a mass m/z ranking of 33 to 450.

In the essential oil extracted from the open ground cultivated plants 28 compounds were detected by means of GC-MS analysis while 17 and 20 compounds were detected in the essential oil extracted from the plants grown under white and colored LED lighting, comprising respectively 98.0 %, 99.3 % and 99.6 % of the total amount of the essential oil.

The main compounds of the essential oil extracted from aerial portion of *Artemisia dracunculus* L. cultivated both in open ground and hydroponic systems are thymol (3.2–26.4 %), methyleugenol (21.2–47.4 %), elemicin (15.1–28.8 %) and isoelemicin (7.2–30.0 %). The composition of the essential oils extracted from air-dry aerial portion of *Artemisia dracunculus* L. also includes methyl isoeugenol (3.5 %), carvacrol (3.1 %), spathulenol (2.5 %), germacrene-D (1.6 %) and other compounds.

It should be noted that the composition of the essential oil extracted from the plants grown in hydroponic systems and open ground depends on the growing conditions. Colored LED lighting facilitates accumulation of methyleugenol (1.6 times), thymol (3.5 times), terpinen-4-ol (2 times) when compared to the essential oil extracted from the plants grown in open ground, while white LED lighting proved to be more effective for accumulation of isoelemicin (1.2 times), carvacrol (2 times) and thymol (8 times).

Keywords: *Artemisia dracunculus*, essential oil, GC-MS analysis, medicinal plant, hydroponics.

References

1. Kurkin V. A. *Farmakognoziya*, 182 (Samara, 2007). (in Russ.).
2. Fildan A. P., Pet I., Stoin D. [et al.], *Artemisia dracunculus* Essential Oil Chemical composition and antioxidant properties. *Revista de Chimie. Bucharest*, **70(1)**, 59 (2019). DOI: 10.37358/RC.19.1.6851.
3. Yarkova N. N., Fedorova V. M. *Seed production of agricultural plants*, 116 (Perm, 2016). (in Russ).
4. Zokirov K. Z. *Plant resources of the USSR. Flowering plants, their chemical composition, use. Asteraceae family*, 43 (S.Pb., 1993). (in Russ).
5. Rutsikh I. B., Khanina M. A., Serykh E. A. Composition of the essential oil of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) of the Siberian flora. *Chemistry of vegetable raw materials*, (3), 65 (2000). (in Russ).
6. Fraternalia D., Flaminib G., Riccia D. Essential Oil Composition and Antigermination Activity of *Artemisia dracunculus* (Tarragon). *Natural Product Communications*, **10(8)**, 1469 (2015).
7. Obolskiy D., Pischel I., Feistel B. [et al.], *Artemisia dracunculus* L. (Tarragon): A Critical Review of Its Traditional Use, Chemical Composition, Pharmacology and Safety. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, **59(21)**, 367 (2011). DOI: <https://doi.org/10.1021/jf202277w>.
8. Bahramikia S., Yazdanparast R., Nosrati N. A comparison of antioxidant capacities of ethanol extracts of *Satureja hortensis* and *Artemisia dracunculus* leaves. *Pharmacologyonline*, **2**, 694 (2008).
9. Kovalyova A., Ochkur O., Kashpur N. The research of antibacterial activity of tarragon and other species of the genus *Artemisia* L. *The Pharma Innovation*, **2(9)**, 48 (2013).
10. Tak I. R., Mohiuddin D., Ganai B. A. Phytochemical studies on the extract and essential oils of *Artemisia dracunculus* L. (Tarragon). *Afr. J. Plant Sci*, **8(1)**, 72 (2014).
11. Aglarova A. M., Zilfikarov I. N., Severtseva O. V. Biological characteristics and useful properties of tarragon (*Artemisia dracunculus* L.). *Pharm. Chem. J.*, **42(2)**, 81 (2008).
12. Nabaa M. I. Extraction and characterization of Iraqi *Artemisia dracunculus* dried aerial parts extract through HPLC and GC-MS analysis with evaluation of its antitumor activity against 7, 12-dimethylbenzene (a) anthracene induced skin cancer in mice. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, **9(5)**, 34 (2017).
13. Ayoughi F., Barzegar M., Sahari M. A. Chemical Compositions of Essential Oils of *Artemisia dracunculus* L. and Endemic *Matricaria chamomilla* L. and an Evaluation of their Antioxidative Effects. *J. Agr. sci. Tech*, **13**, 79 (2011).
14. Plant resources of Russia: Wild flowering plants, their composition and biological activity. T.5. Family Asteraceae (Compositae). Part 1. The genera *Achillea*-*Doronicum*. St. Petersburg; M.: Association of scientific publications KMK, 317 (2012). (in Russ).
15. Fildan A. P., Pet I., Stoin D. *Artemisia dracunculus* Essential Oil Chemical composition and antioxidant properties. *Rev. Chim (Bucharest)*, **70(12)**, 59 (2019). (in Russ).
16. Loloyko A. A., Petrishina N. N., Nevkryaia N. V. [et al.], Peculiarities of essential oil biosynthesis in seed progeny of tarragon (*Artemisia dracunculus*). *Ecosystems, their optimization and protection*, (4), 116 (2011). (in Russ).
17. Pashtetsky V. S. *Essential oils and their quality*, 212 (Simferopol: IT "Arial", 2021). (in Russ).
18. Ekiert H., Swiatkowska J., Knut E. [et al.], *Artemisia dracunculus* (Tarragon): A Review of Its Traditional Uses, Phytochemistry and Pharmacology. *Front. Pharmacol*, **12**, 1 (2021). DOI: 10.3389/fphar.2021.653993.
19. Makarov P. N., Makarova T. A., Samoilenko Z. A. Evaluation of the productivity and quality of tarragon and common thyme when grown in light culture. *Bulletin of the Kazan State Agrarian University*, **4(64)**, 24 (2021). DOI: <https://doi.org/10.12737/2073-0462-2022-24-29>. (in Russ).
20. Makarov P. N., Makarova T. A., Samoilenko Z. A. Technology of growing essential oil crops in closed systems. *Bulletin of the Nizhnevartovsk State University*, (2), 53 (2020). DOI: <https://doi.org/10.36906/2311-4444/20-2/07>. (in Russ).
21. Makarov P. N., Makarova T. A., Samoilenko Z. A. [et al.], The content of biologically active inclusions in green crops grown in light culture, *Safe North - Clean Arctic: mater. III All-Russian. scientific-pract. conf.* (Surgut, 2020), p. 271. (in Russ).
22. Bakova N. N., Shevchuk O. M., Logvinenko L. A. [et al.], On the issue of standardization of tarragon raw materials. *Vegetables of Russia*, (2), 58 (2019). DOI: <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2019-2-58-62>. (in Russ).

23. Voitkevich S. A. *Essential oils for perfumery and aromatherapy*, 79 (M.: Food industry, 1999). (in Russ).
24. Sharopov F., Salimov A., Numonov S. [et al.], Phytochemical Study on the Essential Oils of Tarragon (*Artemisia dracunculus* L.) Growing in Tajikistan and Its Comparison With the Essential Oil of the Species in the Rest of the World. *Natural Product Communications*, **15(12)**, 1 (2020). DOI:10.1177/1934578X20977394.
25. Abad M. J., Bedoya L. M., Apaza L. [et al.], The *Artemisia* L. Genus: A Review of Bioactive Essential Oils. *Molecules*, (**17**), 2542 (2012). DOI:10.3390/molecules17032542.
26. Tak I. R., Mohiuddin D., Ganai B. A. Phytochemical studies on the extract and essential oils of *Artemisia dracunculus* L. (Tarragon). *Academic Journals*, **8(1)**, 72 (2014). DOI: 10.5897/AJPS2013.1145.
27. Petrosyan M. T., Sahakyan N. Zh., Trchounian A. H. Chemical composition and antimicrobial potential of essential oil of *Artemisia dracunculus* L., cultivated at high altitude Armenian landscape. *Chemistry and Biology*, **52(2)**, 116 (2018).
28. Mirovich V. M. Plants and raw materials of the Asteraceae family containing essential oils; educational and methodological recommendations for practical exercises for students in pharmacognosy, 26 (Irkutsk: IGMU, 2014). (in Russ).
29. Rabzhaeva A. N., Zhigzhitzhapova S. V., Radnaeva L. D. The composition of the essential oil of *Thymus baicalensis* Serg. (family Lamiaceae), growing on the territory of Eastern Siberia and Mongolia. *Chemistry of vegetable raw materials*. (**2**), 119 (2015). (in Russ).
30. Izotov D. V., Mikhailov V. I. [et al.], Essential oils of some herbaceous plants and prospects for their use, *Proceedings of the 2nd Intern. conf. on forest biologically active resources* (DalNIILKh, Khabarovsk, 2004), p. 248. (in Russ).
31. Ilchenko G. N., Ageeva T. T., Berezkin N. G. Influence of different illumination on the growth and development of eugenol basil (*Ocimum gratissimum* L.). *Oil cultures*, (**2**), 86 (2014). (in Russ).