

УДК 633.81

Золотилова О. М., Золотилев В. А., Скипор О. Б., Новиков И. А.

ОЦЕНКА КОЛЛЕКЦИОННЫХ ОБРАЗЦОВ ФЕНХЕЛЯ ОБЫКНОВЕННОГО ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ПРОДУКТИВНОСТИ

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»

Реферат. Цель исследований – сравнительный анализ коллекционных образцов фенхеля обыкновенного по основным морфо-биологическим и хозяйственно ценным признакам, выделение наиболее продуктивных образцов. Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) относится к семейству Сельдерейные (Ariaceae). Его возделывают главным образом для получения эфирного масла, которое выделяют из семян и зеленой массы целого растения. Материал для исследования – коллекция фенхеля обыкновенного ФГБУН «НИИСХ Крыма», представленная 75 образцами из 28 стран мира. Исследования проводили в 2016–2018 гг. в соответствии с методическими указаниями по селекции эфиромасличных культур на опытном участке научного севооборота института в с. Крымская Роза Белогорского района Республики Крым. Изучали показатели продуктивности, морфо-биологические признаки, зимостойкость, содержание эфирного масла в зеленом сырье и его компонентный состав. Установлено, что все образцы имели высоту растений от 60 до 206 см и были пригодны к механизированной уборке. Выявлено, что по срокам наступления фазы технической спелости изучаемые образцы фенхеля делятся на ранне- средне- и позднеспелые. Все изучаемые образцы разделены на группы по основным признакам: урожайности зеленой массы, массовой доле и сбору эфирного масла с одного гектара. По сбору эфирного масла из зеленого сырья выделено 12 образцов, превышающих стандарты по этому признаку: Мэришиор – на 4,2–56,3 % и Оксамит Крыма – на 5,2–43,7 %. Они представляют интерес для последующей селекции как источники отдельных ценных признаков – зимостойкости, урожайности, содержанию и сбору эфирного масла. Максимальным потенциальным сбором эфирного масла из зеленого сырья характеризовался образец K112 ЙАР (514,9 кг/га).

Ключевые слова: фенхель обыкновенный *Foeniculum vulgare* Mill., коллекционный питомник, образец, массовая доля, сбор и компонентный состав эфирного масла.

Введение

В настоящее время для производства эфирных масел в мире используется около 300 видов культурных и дикорастущих эфирноносителей [1]. Крымский полуостров по своим природно-климатическим условиям является одним из благоприятных регионов для выращивания эфиромасличных культур. Выращивание и переработка эфиромасличных растений составляют относительно небольшую долю в сельскохозяйственном производстве, даже в традиционных районах их возделывания. Однако практическая их ценность и экономика возделывания очень существенны. Эфирные масла и продукты, получаемые из эфиромасличного сырья, широко применяются в парфюмерно-косметическом, ликероводочном, фармацевтическом, лакокрасочном производствах, используются в пищевой промышленности [2]. «В связи с ориентацией государственной экономической политики Российской Федерации на импортозамещение в отношении социально значимых отраслей, продуктов и изделий, получение эфирных масел из собственного сырья является одной из первостепенных задач развития экономики страны. Необходимо решить задачу становления и развития отрасли, как части агропромышленного комплекса России, выведение ее на уровень, соответствующий мировым стандартам» [3].

Фенхель как лечебная трава известен со времен Древнего Рима, а фенхельное эфирное масло и «фенхельная вода» (дистилляционная вода, получаемая при отгонке масла с водяным паром) стали использоваться в медицине с начала XVI в. [4].

Фенхель обыкновенный (*Foeniculum vulgare* Mill.) – многолетнее травянистое растение высотой 1–2 м относится к семейству Сельдерейные (Ariaceae). Корень у него стержневой, мясистый, малоразветвленный. Стебель однолетний, прямостоячий, ветвистый, полый, округло-слаборебристый. Листья сильно рассеченные. Цветки мелкие желтой окраски. Соцветие – сложный зонтик, состоит из 10–25 простых зонтиков. Плод – продолговатая двусемянка зеленовато-бурого цвета, при созревании распадается на две семечки. Его возделывают, главным образом для получения эфирного масла, которое выделяют из семян и зеленой массы растения [4].

В 80–90-х годах двадцатого столетия фенхель выращивался во многих европейских странах и в США. Некогда производство фенхельного масла только во Франции достигало 500 т/год. Сейчас оно резко сократилось из-за конкуренции с синтетическим анетолом. В настоящее время фенхель культивируют в северных и южных районах Европы, в странах Азии (Индия, Китай, Япония), Северной и Южной Америки, а также в оазисах Африки [5].

В дореволюционной России фенхельное масло было предметом экспорта. Его производство на Украине было налажено сначала в 30-х годах, а затем после Второй мировой войны. В 80-е годы выработка фенхельного масла на Украине составляла в среднем 30 т/год [1].

Главные компоненты фенхельного масла – анетол (60–80 %), метилхавикол (3–15 %), фенхон (2–22 %) и монотерпеновые углеводороды. За счет окисления анетола в нем присутствует анисовый альдегид (0,5–2 %). «Сладкое» масло содержит минимальное количество фенхона, который имеет горький вкус. При переработке фенхеля целыми растениями в эфирном масле увеличивается содержание фенхона и терпеновых углеводородов [6]. Фенхельное масло представляет собой бесцветную или светло-желтую жидкость, при охлаждении которой можно выделить кристаллический анетол. Анетол используется в фармацевтической, пищевой и мыловаренной промышленности, а также в парфюмерии [4].

В настоящее время в странах СНГ фенхель возделывают на Украине, в Молдове и России – в регионах, характеризующихся теплым продолжительным периодом и мягкой зимой, чаще всего как многолетнюю культуру. Интересы сельхозпроизводителей требуют периодической сортосмены, создания новых сортов с повышенным содержанием эфирного масла в сырье, с высокой степенью устойчивости к абиотическим факторам внешней среды. Это связано прежде всего с необходимостью повышения продуктивности и адаптивности сортов, а также с потерей сортами устойчивости к различным патогенам [7]. Оценка и отбор коллекционного материала, представленного формами и образцами различного происхождения, имеет важное значение на начальных этапах селекционного процесса. Выдающийся вклад в учение об исходном материале внес Н. И. Вавилов. Он подчеркивал, что исследование местного материала должно быть базой селекционной работы, но наряду с этим всемерно должны быть использованы мировые стандартные сорта, все ботаническое разнообразие данной культуры [8].

ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма» является оригинатором двух сортов *Foeniculum vulgare* – Мэрцишор и Оксамит Крыма, внесенных в Государственный реестр селекционных достижений Российской Федерации, допущенных к использованию [9]. В настоящее время продолжается селекционная работа, направленная на увеличение урожайности и массовой доли эфирного масла в плодах и зеленом сырье этой культуры [10].

Цель исследований – сравнительный анализ коллекционных образцов фенхеля обыкновенного по основным морфо-биологическим и хозяйственно ценным признакам, выделение наиболее продуктивных образцов.

Материалы и методы исследований

Для комплексной оценки и определения селекционной ценности коллекционных сортообразцов фенхеля обыкновенного различного эколого-географического происхождения был заложен питомник, включающий 75 коллекционных образцов, в том числе сорта отечественной и зарубежной селекции, гибриды и регенеранты сорта Мэрцишор.

Исследования проводили в 2016–2018 гг. на опытном участке научного севооборота ФГБУН «НИИСХ Крыма» в с. Крымская Роза Белогорского района, расположенном в восточной предгорной части Крыма. Этот регион относится к одному из пяти агроклиматических районов – верхнему предгорному. Почвы – предгорные карбонатные черноземы на элювии и делювии плотных карбонатных пород. Климат территории умеренно-континентальный: длина периода с температурой выше 10 °С около 5,5–6 месяцев, среднегодовая температура воздуха по данным метеостанции Белогорск – 9,8 °С. Среднегодовая сумма осадков составляет 450–500 мм. ГТК в среднем равен 0,92, что свидетельствует об умеренно-засушливом характере агроклиматических условий в период вегетации [11]. В период проведения полевых исследований наблюдалось варьирование температуры воздуха и количества выпавших осадков по сравнению со средними многолетними данными. Годы исследований существенно различались по погодным условиям. Наиболее жарким и засушливым был 2018 г. (количество осадков составило 341,6 мм), более благоприятными по обеспеченности влагой и умеренные по температурному режиму – 2016 и 2017 гг. (количество осадков – 542,8 и 569,7 мм соответственно).

В исследованиях руководствовались методическими указаниями по селекции эфиромасличных культур [12]. Опыт заложен в двукратной повторности, посев ручной проведен весной 2016 г. Схема посева: делянки 2,0 × 0,6 м. Сорта Мэрцишор и Оксамит Крыма располагали через каждые шесть образцов.

В ходе исследований анализировали:

- морфо-биологические и хозяйственно ценные признаки (продолжительность вегетационного периода, высота растений). Зимостойкость определяли у растений второго и третьего года вегетации весной в начале отрастания по степени повреждения после перезимовки;
- показатели продуктивности (урожайность зеленой массы, массовая доля эфирного масла (МДЭМ) в сыром сырье, компонентный состав эфирного масла в сыром сырье).

Величина выхода эфирного масла для данного вида растительного материала не является постоянной и определяется, во-первых, его содержанием в перерабатываемом сырье и, во-вторых, полнотой извлечения. В свою очередь содержание летучих метаболитов в растениях зависит от фазы развития растения, условий произрастания, погодно-климатических условий [13].

Урожайность зеленой массы определяли непосредственно в полевых условиях, путем взвешивания срезанных на высоте 10–15 см от поверхности почвы растений. Массовую долю эфирного масла в свежесобранном сырье фенхеля определяли в фазе массового цветения методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга [14]. Компонентный состав масла исследовали методом газожидкостной хроматографии на приборе Кристалл 5000.2 с пламенно-ионизационным детектором (ПИД), колонка – CR-WAX (30 м × 0,32 мм, толщина неподвижной фазы 0,5 мкм). Температура инжектора – 250 °С; программирование температуры – от 75 °С со скоростью 4 °С/мин, до 220 °С

выдержка – 5 мин; газ-носитель – N₂ скорость потока – 1,9 мл/мин, деление потока – 40:1; температура ПИД – 250 °С.

Проведена статистическая обработка полученных данных [15].

Результаты и их обсуждение

Коллекция фенхеля обыкновенного представлена 75 образцами из 28 стран мира (Германия, Франция, Польша, Аргентина, США, Афганистан, Марокко и др.) и включает сорта отечественной и зарубежной селекции (Мэрцишор, Оксамит Крыма, Крымский, Феникс, Помория), гибриды (рисунок 1). Кроме того, в коллекцию включены регенеранты сорта Мэрцишор, полученные в лаборатории биотехнологии нашего института с использованием биотехнологических методов [16, 17].

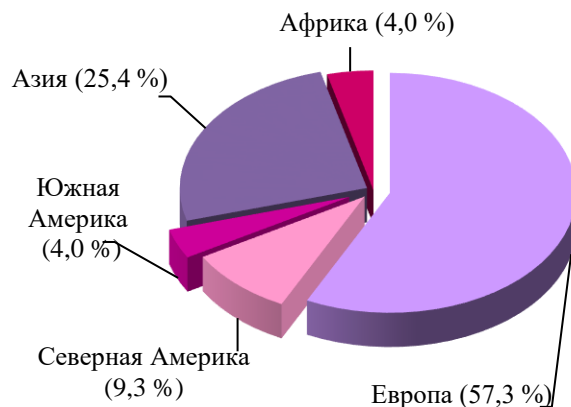


Рисунок 1 – Распределение коллекционных образцов фенхеля обыкновенного по регионам происхождения

Отрастание коллекционных образцов фенхеля обыкновенного в 2017 г. отмечали в период с 11-го по 20-е марта. По степени повреждения растений на учетных делянках, определяли зимостойкость изучаемых образцов. Установлено, что наивысшую зимостойкость (5 баллов) имели 24 образца. Сорта Мэрцишор и Оксамит Крыма также характеризовались высокой зимостойкостью – 5 баллов. В 2018 г. отрастание коллекционных образцов отмечали в период с 26-го февраля по 6-е марта. Зимостойкость в 5 баллов имели 48 коллекционных образцов, в том числе и указанные сорта.

В результате ранее проведенных фенологических наблюдений и биометрических измерений установлено, что все коллекционные образцы фенхеля пригодны к механизированной уборке [18].

Продолжительность вегетационного периода от отрастания до наступления технической спелости у изучаемых образцов фенхеля обыкновенного находилась в пределах от 95 до 130 дней. Это позволило нам распределить все образцы на три группы:

1. Раннеспелые – 34 образца (45 %);
2. Среднеспелые – 39 образцов (52 %);
3. Позднеспелые – 2 образца (3 %).

Наиболее многочисленной является группа среднеспелых образцов с продолжительностью вегетационного периода от 105 до 115 дней. Сорта Мэрцишор и Оксамит Крыма относятся к этой группе.

В ходе изучения генетического разнообразия коллекции фенхеля обыкновенного выделено 12 образцов по одному из самых важных показателей продуктивности – сбору эфирного масла. Далее в таблицах приведены данные этих образцов в сравнении с сортами Мерцишор и Оксамит Крыма.

При анализе одного из важных косвенных показателей, используемых при определении продуктивности зеленой массы фенхеля обыкновенного, – высоты

растений (первого–третьего годов вегетации) отмечены существенные различия образцов между собой, что отразилось на урожайности зеленой массы и сборе эфирного масла. Диапазон изменчивости высоты растений у изучаемых образцов достаточно велик: от 60,3 см у образца К63 АРЕ и до 150,5 см у Р-604-58 в 2016 г.; от 123,2 см у образца К24 Афганистан, до 206,1 см у сорта Феникс в 2017 г.; от 95,4 см у образца К124 Швейцария до 185,5 см у образца К18 999 в 2018 г. У сорта Мэрцишор в среднем за 2016–2018 гг. этот показатель составил – 132,8 см, у сорта Оксамит Крыма –145,0 см. Таким образом, средние различия между крайними вариантами достигали 80–90 см (таблица 1).

Таблица 1 – Высота растений выделившихся коллекционных образцов фенхеля

Наименование образца	Страна происхождения	Высота растения, см			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016–2018 гг.
Мэрцишор	Россия	96,5 ± 10,7	153,0 ± 18,1	149,0 ± 3,7	132,8 ± 25,7
Оксамит Крыма	Россия	106,0 ± 8,9	163,3 ± 11,8	166,0 ± 5,8	145,0 ± 27,6
К111 Аргентина	Аргентина	100,8 ± 10,5	162,0 ± 16,1	150,0 ± 5,4	137,3 ± 26,8
К9 Канада	Канада	103,7 ± 4,1	177,0 ± 12,5	158,0 ± 8,1	146,0 ± 31,4
К34 Азербайджан	Азербайджан	109,3 ± 4,1	173,0 ± 12,5	164,0 ± 4,8	148,7 ± 28,1
К789 Италия	Италия	101,2 ± 6,4	179,1 ± 14,3	161,2 ± 3,8	147,1 ± 33,2
Феникс	Болгария	109,0 ± 3,7	206,1 ± 8,9	176,1 ± 2,3	163,7 ± 40,6
К126 Бельгия	Бельгия	105,0 ± 7,7	176,2 ± 5,4	167,2 ± 2,4	149,4 ± 31,5
К74 Венгрия	Венгрия	84,2 ± 7,8	164,1 ± 7,4	156,1 ± 5,8	134,7 ± 35,8
К784 Швейцария	Швейцария	82,0 ± 9,3	156,3 ± 10,8	146,2 ± 3,8	126,2 ± 32,7
Дагестан	Россия	100,8 ± 5,3	175,0 ± 10,0	155,8 ± 1,9	143,6 ± 31,3
К112 ЙАР	ЙАР	79,1 ± 3,7	126,3 ± 10,2	115,6 ± 3,2	107,0 ± 20,1
К20 Израиль	Израиль	80,0 ± 5,4	147,1 ± 7,6	144,1 ± 3,7	123,6 ± 30,9
К16 Иран	Иран	89,2 ± 7,3	155,1 ± 6,1	143,2 ± 4,0	129,1 ± 28,7

Следует отметить, что 2017 г. был наиболее благоприятным по обеспеченности влагой, что обусловило большую высоту растений фенхеля, и, как следствие, большую урожайность зеленой массы.

Во время полного цветения растений проведен учет урожайности зеленой массы и содержания эфирного масла в зеленом сырье образцов. По урожайности зеленой массы в среднем за три года все образцы условно разделены на три группы: первая – с низкой урожайностью, до 300 ц/га – 8 образцов, или 11 % от общего количества; вторая – со средней урожайностью, от 300 до 600 ц/га – 45 образцов (60 %); третья – с высокой урожайностью, свыше 600 ц/га – 19 образцов (29 %) (рисунок 2).

Диапазон изменчивости образцов по урожайности весьма значителен: в 2016 г. – от 75,0 ц/га у образца К122 Швеция до 325,8 ц/га у образца К16 Иран; в 2017 г. – от 270 ц/га у образца К122 Швеция до 1646,7 ц/га у образца К111 Аргентина и в 2018 г. – от 208,3 ц/га у образца К15 Канада до 916,6 ц/га у образца К58 Азербайджан (таблица 2).

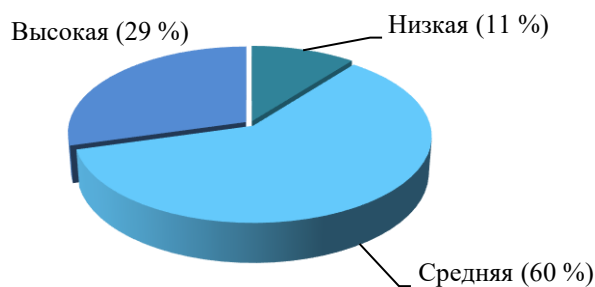


Рисунок 2 – Распределение коллекционных образцов фенхеля по урожайности зеленой массы

Таблица 2 – Урожайность выделившихся коллекционных образцов фенхеля

Наименование образца	Страна происхождения	Урожайность, ц/га			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	Среднее за 2016–2018 гг.
Мэрцишор	Россия	139,5 ± 13,7	1127,8 ± 201,9	570,7 ± 20,9	612,7 ± 286,1
Оксамит Крыма	Россия	177,8 ± 5,6	1058,3 ± 56,9	574,9 ± 12,8	603,7 ± 254,6
K111 Аргентина	Аргентина	371,3 ± 7,5	1646,7 ± 53,2	695,8 ± 24,4	904,4 ± 382,5
K9 Канада	Канада	244,5 ± 6,9	973,0 ± 29,3	479,1 ± 46,4	565,7 ± 214,8
K34 Азербайджан	Азербайджан	317,5 ± 2,9	1333,7 ± 35,9	474,9 ± 33,8	708,7 ± 315,8
K789 Италия	Италия	247,6 ± 8,4	1040,0 ± 42,2	479,1 ± 16,0	588,9 ± 235,2
Феникс	Болгария	279,4 ± 17,5	1173,4 ± 126,1	416,6 ± 15,3	623,1 ± 277,9
K126 Бельгия	Бельгия	310,9 ± 5,2	1366,7 ± 79,1	508,3 ± 8,9	838,8 ± 527,9
K74 Венгрия	Венгрия	267,4 ± 8,1	1150,0 ± 134,1	354,1 ± 18,5	590,5 ± 280,9
K784 Швейцария	Швейцария	281,8 ± 7,5	1183,4 ± 92,0	524,9 ± 7,7	663,4 ± 269,4
Дагестан	Россия	286,3 ± 36,4	1116,7 ± 32,4	433,3 ± 15,6	612,1 ± 255,8
K112 ЙАР	ЙАР	235,8 ± 19,1	966,7 ± 35,9	499,9 ± 27,5	567,5 ± 213,7
K20 Израиль	Израиль	232,6 ± 2,0	1000,0 ± 16,6	366,6 ± 17,2	533,1 ± 236,6
K16 Иран	Иран	325,8 ± 7,1	1433,4 ± 66,6	579,1 ± 28,8	779,4 ± 335,1

Важным показателем продуктивности для эфиромасличных растений является массовая доля эфирного масла (МДЭМ). Этот показатель за годы исследований характеризовался довольно широким диапазоном изменчивости – от 0,250 до 1,000 % от сырой массы (1,028 – 4,351 % от абсолютно сухой массы). Все изучаемые образцы также разделили на три группы: первая группа, включающая 7 (10 %) низкомасличных образцов (с МДЭМ менее 0,450 %); вторая группа наиболее многочисленная – 45 (65 %) среднемасличных образцов (с МДЭМ 0,450–0,650 %) и третья группа – 19 (25 %) высокомасличных образцов (с МДЭМ выше 0,650 %) (рисунок 3).

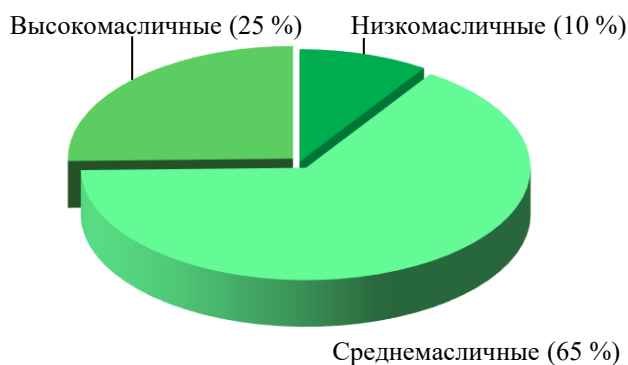


Рисунок 3 – Распределение коллекционных образцов фенхеля по массовой доле эфирного масла в сырье

У сортов Мэрцишор и Оксамит Крыма величина этого показателя составила соответственно 0,620 % на сырой вес (2,595 % на абсолютно сухой вес) и 0,646 % на сырой вес (2,770 % на абсолютно сухой вес) (таблица 3).

Подсчитан потенциальный сбор эфирного масла с одного гектара, как основной хозяйственно важный показатель. По этому показателю все образцы также были распределены на три группы: первая – включает 6 (8 % от общего количества) образцов с низким сбором эфирного масла (до 150 кг/га), вторая группа – 38 (51 %) образцов со средним сбором эфирного масла (от 150 до 300 кг/га) и третья группа – 31 (41 %) образец с высоким сбором эфирного масла (более 300 кг/га) (рисунок 4).

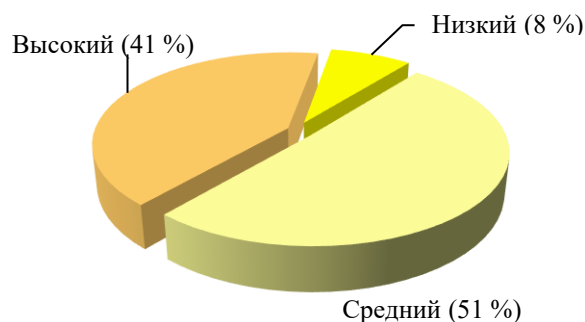


Рисунок 4 – Распределение образцов по сбору эфирного масла в зеленом сырье фенхеля

Таблица 3 – Массовая доля эфирного масла выделившихся коллекционных образцов фенхеля

Наименование образца	Массовая доля эфирного масла, % от:							
	с.м.	а.с.м.	с.м.	а.с.м.	с.м.	а.с.м.	с.м.	а.с.м.
	2016 г.		2017 г.		2018 г.		среднее за 2016-2018 гг.	
Мэрцишор	0,725	3,330	0,430	1,742	0,705	2,713	0,620	2,595
Оксамит Крыма	0,737	3,356	0,525	2,364	0,675	2,590	0,646	2,770
K111 Аргентина	0,513	2,570	0,300	1,460	0,525	2,163	0,446	2,064
K9 Канада	0,600	3,006	0,675	3,286	0,750	2,837	0,675	3,043
K34 Азербайджан	0,600	3,006	0,625	2,637	0,750	2,817	0,658	2,820
K789 Италия	0,800	3,668	0,600	2,921	0,675	2,686	0,692	3,092
Феникс	0,725	3,184	0,575	2,799	0,825	3,099	0,708	3,027
K126 Бельгия	0,725	3,184	0,650	2,810	0,500	1,869	0,625	2,617
K74 Венгрия	0,625	2,745	0,700	3,026	0,450	1,668	0,592	2,479
K784 Швейцария	0,625	2,745	0,825	3,567	0,400	1,509	0,617	2,607
Дагестан	0,600	2,611	0,575	2,495	0,500	1,996	0,558	2,367
K112 ЙАР	0,700	3,612	0,975	4,230	0,875	3,493	0,850	3,778
K20 Израиль	0,600	2,611	0,875	3,796	0,775	3,094	0,750	3,167
K16 Иран	0,725	3,154	0,525	2,215	0,463	1,848	0,571	2,405
НСР ₀₀₅	0,038	0,177	0,043	0,198	0,026	0,101	0,141	0,540

Диапазон изменчивости по сбору эфирного масла составил: в 2016 г. – от 50,9 кг/га у образца K1 Германия до 236,2 кг/га у образца K16 Иран; в 2017 г. – от 83,7 кг/га у образца K38 Узбекистан до 976,3 кг/га у образца K784 Швейцария и в 2018 г. – от 83,3 кг/га у образца K15 Канада до 437,4 кг/га у образца K112 ЙАР. В среднем по сбору эфирного масла из зеленого сырья за все три года исследований выделились 12 образцов, превышающие стандарты по этому признаку на 4,2–56,3 % Мэрцишор и на 5,2–43,7 % Оксамит Крыма (таблица 4). У сортов величина этого показателя составила 329,4 кг/га у сорта Мэрцишор и 358,4 кг/га у сорта Оксамит Крыма. Наибольшим потенциальным сбором эфирного масла характеризовался образец K112 ЙАР (514,9 кг/га). Столь высокие различия между образцами свидетельствуют о перспективности отбора в коллекции по данному показателю.

Анализ компонентного состава выделившихся образцов фенхеля показал, что диапазон изменчивости их по содержанию наиболее ценного компонента – анетол – составил в среднем за три года 55,5–72,8 %. Максимальное содержание этого компонента отмечено в эфирном масле образцов K112 ЙАР и K9 Канада – 72,8 и 70,5 % соответственно (таблица 5).

Таблица 4 – Сбор эфирного масла в выделенных коллекционных образцах фенхеля

Наименование образца	Страна происхождения	Сбор эфирного масла, кг/га			
		2016 г.	2017 г.	2018 г.	среднее за 2016–2018 гг.
Мэрцишор	Россия	101,1 ± 9,9	484,9 ± 86,8	402,3 ± 14,7	329,4 ± 116,6
Оксамит Крыма	Россия	131,2 ± 4,2	555,6 ± 29,9	388,1 ± 8,7	358,3 ± 123,4
K111 Аргентина	Аргентина	190,5 ± 3,8	494,0 ± 15,9	365,3 ± 12,8	349,9 ± 87,7
K9 Канада	Канада	146,7 ± 4,1	657,0 ± 19,8	359,3 ± 34,8	387,7 ± 147,9
K34 Азербайджан	Азербайджан	190,5 ± 1,7	833,5 ± 22,4	356,2 ± 25,3	460,1 ± 192,7
K789 Италия	Италия	198,1 ± 6,7	624,0 ± 25,3	323,4 ± 10,8	381,8 ± 126,4
Феникс	Болгария	202,6 ± 12,7	674,7 ± 72,5	343,7 ± 12,6	407,0 ± 139,9
K126 Бельгия	Бельгия	225,4 ± 3,8	888,4 ± 51,4	254,1 ± 4,5	454,6 ± 216,4
K74 Венгрия	Венгрия	167,1 ± 5,1	805,0 ± 93,9	159,3 ± 8,4	377,1 ± 213,9
K784 Швейцария	Швейцария	176,1 ± 4,7	976,3 ± 75,9	209,9 ± 3,1	456,62 ± 61,3
Дагестан	Россия	171,8 ± 21,9	642,1 ± 18,6	216,6 ± 7,9	343,5 ± 149,9
K112 ЙАР	ЙАР	165,1 ± 13,4	942,2 ± 35,0	437,4 ± 24,1	514,9 ± 227,7
K20 Израиль	Израиль	139,6 ± 1,2	875,0 ± 14,5	284,1 ± 13,3	432,9 ± 224,9
K16 Иран	Иран	236,2 ± 5,1	752,5 ± 35,0	268,1 ± 13,4	418,9 ± 167,0

Таблица 5 – Компонентный состав эфирного масла выделенных коллекционных образцов фенхеля (2016–2018 гг.)

Наименование образца	Страна происхождения	Анетол, %	Фенхон, %	Метилхавикол, %
Мэрцишор	Россия	62,968 ± 3,031	3,855 ± 1,739	2,467 ± 0,168
Оксамит Крыма	Россия	60,696 ± 0,662	4,217 ± 1,468	2,378 ± 0,122
K111 Аргентина	Аргентина	55,532 ± 2,779	4,176 ± 0,462	2,211 ± 0,137
K9 Канада	Канада	70,488 ± 3,639	2,455 ± 1,107	2,602 ± 0,225
K34 Азербайджан	Азербайджан	58,412 ± 4,096	3,607 ± 1,575	2,241 ± 0,118
K789 Италия	Италия	67,514 ± 1,264	2,989 ± 1,365	2,587 ± 0,053
Феникс	Болгария	67,598 ± 4,166	3,851 ± 2,246	2,539 ± 0,072
K126 Бельгия	Бельгия	56,824 ± 2,573	4,698 ± 2,396	2,350 ± 0,046
K74 Венгрия	Венгрия	70,246 ± 6,338	1,099 ± 0,516	2,241 ± 0,141
K784 Швейцария	Швейцария	65,183 ± 9,299	2,379 ± 1,431	2,052 ± 0,132
Дагестан	Россия	69,640 ± 6,703	0,527 ± 0,102	2,660 ± 0,182
K112 ЙАР	ЙАР	72,797 ± 1,246	3,817 ± 1,613	2,774 ± 0,053
K20 Израиль	Израиль	61,948 ± 2,654	3,491 ± 1,614	2,441 ± 0,102
K16 Иран	Иран	55,649 ± 1,482	1,849 ± 0,804	3,946 ± 0,899

Образцы, характеризующиеся высокой изменчивостью по основным показателям продуктивности (содержание эфирного масла, урожайность, сбор эфирного масла) и другим хозяйственно полезным признакам, представляют наибольший интерес для селекционных исследований, поскольку есть возможность проводить в них отбор с целью выделения высокопродуктивных генотипов и создания на их основе новых эффективных сортов.

Выводы

В результате комплексного изучения коллекционных образцов фенхеля обыкновенного установлена высокая степень изменчивости многих из них по морфобиологическим и хозяйственно полезным признакам.

Все изучаемые образцы распределены на группы:

- по урожайности зеленой массы: низкоурожайные (до 300 ц/га), среднеурожайные (300–600 ц/га) и высокоурожайные (более 600 ц/га);
- по содержанию эфирного масла: низкомасличные (до 0,450 %), среднемасличные (0,450–0,650 %) и высокомасличные (более 0,650 %);

– по сбору эфирного масла: с низким (до 150 кг/га), средним (150–300 кг/га) и высоким (более 300 кг/га) сбором эфирного масла.

По основным показателям продуктивности – урожайности зеленой массы и сбору эфирного масла выделены 12 образцов, перспективных для дальнейших селекционных исследований. Наибольшим потенциальным сбором эфирного масла характеризовался образец К112 ЙАР (514,9 кг/га).

Литература

1. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В., Назаренко Л. Г. Эфиромасличная отрасль Крыма. Вчера, сегодня, завтра: 2-ое издание, дополненное. Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2018. 320 с.
2. Паштецкий В. С., Невкрытая Н. В., Мишнев А. В. История, современное состояние и перспективы развития эфиромасличной отрасли // Аграрный вестник Урала. 2017. № 11 (165). С. 37–46.
3. Полякова Н. Ю. Современное состояние эфиромасличной отрасли в Крыму // Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия «Экономика. Информатика». 2017. Т. 43. № 16 (265). С. 75–79.
4. Войткевич С. А. Эфирные масла для парфюмерии и ароматерапии М.: Пищевая промышленность, 1999. 329 с.
5. Назаренко Л. Г., Афонин А. В. Эфиرونосы юга Украины. Симферополь: Таврия, 2008. 144 с.
6. Ткаченко К. Г. Эфиромасличные растения и эфирные масла: достижения и перспективы, современные тенденции изучения и применения // Вестник Удмурдского университета. 2011. Вып. 1. С. 88–100.
7. Черкашина Е. В. Экономика и организация рационального использования и охраны земель эфиромасличной и лекарственной отрасли в Российской Федерации. Автореф. дисс. ... д-ра экономических наук. М.: ФГБОУ ВПО «Государственный университет по землеустройству», 2014. 39 с.
8. Вавилов Н. И. Теоретические основы селекции. М.: «Наука», 1987. 511 с.
9. Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию. Т. 1. «Сорта растений» (официальное издание). М.: ФГБНУ «Росинформбюро», 2018. 504 с.
10. Золотилова О. М., Золотилова В. А., Скипор О. Б., Ставцева И. В. Сравнительный анализ регенерантов фенхеля обыкновенного по основным морфо-биологическим и хозяйственно ценным признакам // Таврический вестник аграрной науки. 2017. № 3 (11). С. 9–16.
11. Савчук Л. П. Климат предгорья Крыма и эфиرونосы. Симферополь, 2006. 76 с.
12. Селекция эфиромасличных культур: методические указания // Под ред. Аринштейн А. И. Симферополь, 1977. 151 с.
13. Ткачёв А. В. Исследование летучих веществ растений. Новосибирск: издательско-полиграфическое предприятие «Офсет». 2008. 969 с.
14. Биохимические методы анализа эфиромасличных растений и эфирных масел. Симферополь, 1972. 107 с.
15. Доспехов Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Агропромиздат, 1985. 351 с.
16. Егорова Н. А., Ставцева И. В. Использование биотехнологических методов для создания исходного селекционного материала у некоторых эфиромасличных растений // Труды Кубанского государственного аграрного университета. 2016. № 2 (59). С. 122–131.
17. Menoret Y., Vladescu B., Desmarest P. Biotechnologies et aromes // C. R. Acad. Agr. Fr. 1988. Vol. 74. No. 7. P. 57–66.
18. Золотилова О. М. Изучение коллекционных образцов фенхеля обыкновенного по основным морфобиологическим признакам // Таврический вестник аграрной науки. 2013. № 1. С. 40–42.

References

1. Pashtetskiy V. S., Nevkrytaya N. V., Mishnev A. V., Nazarenko L. G. Essential oil industry in the Crimea. Yesterday, today, tomorrow. Simferopol: Publishing house “Arial”, 2018. P. 320 p.
2. Pashtetskiy V. S., Nevkrytaya N. V., Mishnev A. V. History, modern state and prospects of the essential oil industry development // Agrarnyj vestnik Urala (Agrarian Bulletin of the Urals). 2017. No. 11 (165). P. 37–46.
3. Poliakova N. Yu. Current state of the essential oil branch in the Crimea // Belgorod State University Scientific Bulletin. Economics. Information technologies. 2017. Vol. 43. No. 16 (265). P. 75–79.
4. Voytkevich S. A. Essential oils for perfumery and aromatherapy. Moscow: Pischevaya promyshlennost (Food industry), 1999. 329 p.
5. Nazarenko L. G., Afonin A. V. Essential-oil plants of South Ukraine. Simferopol: Tauria, 2008. 144 p.
6. Tkachenko K. G. Essential oils plants and essential oils: progress and perspectives, modern tendencies of research and application // Bulletin of Udmurt University. 2011. Is. 1. P. 88–100.

7. Cherkashina E. V. Economics and organization of rational use and protection of lands for the purpose of the essential oil and medicinal industry in the Russian Federation. Authors' abstract ... Dr. Sc. (Econ.). Moscow: FSBEI HL State University of Land Use Planning, 2014. 39 p.
8. Vavilov N. I. Theoretical bases of selection. Moscow: "Nauka", 1987. 511 p.
9. State Registry of Selection Achievements Accepted for Usage. Vol. 1. "Plants varieties" (official issue). Moscow: FSBSI "Rosinfobrmagrotekh", 2018. 504 p.
10. Zolotilova O. M., Zolotilov V. A., Skipor O. B., Stavtseva I. V. Comparative analysis of regenerants of common fennel according to the basic morphological and biological features and economically valuable qualities // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2017. No. 3 (11). P. 9–16.
11. Savchuk L. P. The climate of the foothill areas of the Crimea and essential oil crops. 2006. 76 p.
12. Essential oils crops breeding: methodological guidelines // Ed. by Arinshteyn A.I. Simferopol, 1977. 151 p.
13. Tkachev A. V. Research on plant volatiles. Novosibirsk: Publishing and printing company "Offset", 2008. 969 p.
14. Biochemical methods of analysis of essential oil plants and essential oils. Simferopol, 1972. 107 p.
15. Dospekhov B. A. Methods of field research (with the basics of statistical processing of research results) Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
16. Yegorova N. A., Stavtseva I. V. Use of biotechnological methods for creation initial breeding material in some essential oil plants // Proceedings of the Kuban State Agrarian University. 2016. No. 2 (59). P. 122–131.
17. Menoret Y., Vladescu B., Desmarest P. Biotechnologies et aromes // C. R. Acad. Agr. Fr. 1988. Vol. 74. No. 7. P. 57–66.
18. Zolotilova O. M. The study of collection fennel on the base morphological and biological features // Taurida Herald of the Agrarian Sciences. 2013. No. 1. P. 40–42.

UDC 633.81

Zolotilova O. M., Zolotilov V. A., Skipor O. B., Novikov I. A.

EVALUATION OF COLLECTION SAMPLES OF FENNEL (*FOENICULUM VULGARE*) BY INDICATORS OF PRODUCTIVITY

Summary. *The aim of the research was to conduct a comparative analysis of the basic morphological and biological features and economically valuable qualities of common fennel and to identify the most productive samples. Common fennel (*Foeniculum vulgare* Mill.) is a flowering plant species in the celery family (*Apiaceae*). It is cultivated, mainly, for the production of essential oil, which is extracted from the fruits and green mass of the plant. Collection of common fennel represented by 75 samples from 28 countries served as the material for the study. Studies were carried out on the experimental field of the FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea" (village Krymskaya Roza, Belogorskiy district, Republic of Crimea) from 2016 to 2018 according to the methodological guidelines for the essential oil crops breeding. We studied productivity indicators, morphological and biological characteristics, winter hardiness, essential oil content in green raw materials and its component composition. It was established that all samples were suitable for mechanized harvesting since the height of plants reached 60 to 206 cm. The studied samples of fennel were divided into early- mid- and late-ripening groups according to the dates of technical ripeness. All studied samples were also divided into groups according to the main features: yield of green mass, mass fraction and amount of essential oil collected from one hectare. For the last three years of research, we identified 12 samples that exceeded the standards by collecting essential oil from green raw materials: 'Mertsishor' by 4.2–56.3 % and 'Oksamyt Kryma' (Velvet of the Crimea) by 5.2–43.7 %. These samples are of interest for further breeding work as sources of individual valuable traits such as winter hardiness, productivity, and essential oil content. The maximum potential amount of essential oil from green raw materials had sample 'K112 YAR' (514.9 kg/ha).*

Keywords: *common fennel *Foeniculum vulgare* Mill., field trial nursery, sample, mass fraction of the essential oil.*

Золотилова Ольга Михайловна, научный сотрудник лаборатории поддержания стабильности и качества сортов ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: olya_zolotilova@mail.ru.

Золотилев Виктор Анатольевич, научный сотрудник лаборатории селекции отдела эфиромасличных и лекарственных культур ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: viktor_zolotilov@mail.ru.

Скипор Олег Болеславович, кандидат сельскохозяйственных наук, заведующий отделом эфиромасличных и лекарственных культур, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: oleg_skipor@mail.ru.

Новиков Илья Александрович, младший научный сотрудник лаборатории биохимических исследований отдела эфиромасличных и лекарственных культур, ФГБУН «Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Крыма»; 295493, Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150; e-mail: i.nowikow2012@yandex.ua.

Zolotilova Olga Mikhailovna, researcher of the Laboratory of maintenance stability and high-quality of oil bearing crops' varieties, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: olya_zolotilova@mail.ru.

Zolotilov Viktor Anatolievich, researcher of the Laboratory of breeding at the Department of aromatic and medicinal crops, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295453, Russia; e-mail: viktor_zolotilov@mail.ru.

Skipor Oleg Boleslavovich, Cand. Sc. (Agr.), head of the Department of aromatic 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.

Novikov Ilya Aleksandrovich, junior researcher of the Laboratory of biochemical research at the Department of aromatic and medicinal crops, FSBSI "Research Institute of Agriculture of Crimea"; 150, Kievskaya str., Simferopol, Republic of Crimea, 295493, Russia; e-mail: i.nowikow2012@yandex.ua.

Дата поступления в редакцию – 07.09.2018.

Дата принятия к печати – 14.10.2018.