

РЕЗУЛЬТАТЫ МНОГОЛЕТНЕГО ИЗУЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ПРИЗНАКОВ У СОРТОВ РОЗЫ ЭФИРОМАСЛИЧНОЙ В ПРЕДГОРНОЙ ЗОНЕ КРЫМА*

В.А. ЗОЛОТИЛОВ, Н.В. НЕВКРЫТАЯ[✉], О.М. ЗОЛОТИЛОВА,
О.Б. СКИПОР, С.И. КРИВДА

Роза эфиромасличная — одна из наиболее ценных эфиромасличных культур, возделываемых во многих странах. Плантация этой культуры при соответствующем уходе может эксплуатироваться до 20-30 лет. Однако конкретные данные по динамике продуктивности плантации в связи с ее возрастом в литературе отсутствуют. В настоящей работе впервые приведены данные анализа показателей продуктивности четырех сортов розы эфиромасличной, подтверждающие эффективность использования производственной плантации на протяжении длительного периода (14 лет) в условиях предгорной зоны Крыма. Цель исследования — сравнительный анализ сортов розы эфиромасличной по основным хозяйственно ценным показателям с учетом возраста плантации в условиях предгорной зоны Крыма. Объектом исследования были сорта розы эфиромасличной Лань (сорт Белая [*Rosa alba* L.] × сорт Мичуринка [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]), Лада (сорт Белая [*Rosa alba* L.] × сорт Мичуринка [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]), Легрина (сорт Белая [*Rosa alba* L.] × сорт Мичуринка [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]) и Золушка (сорт Весна [*Rosa damascena* Mill. × *R. gallica* subsp. *eryosyla* Kell. var. *austriaca* Grantz f. *panonica* Br.] × сорт Крымская красная [*R. galica* L.]). Все сорта имели гибридное происхождение и размножались клоновым способом. Исследования проводили в течение 14 лет (2010-2023 годы) на экспериментальной базе селекционно-семеноводческого центра эфиромасличных культур НИИСХ Крыма, расположенной в предгорной зоне Крыма (с. Крымская роза, Белогорский р-н). Почва опытного участка — южный карбонатный тяжелый суглинистый чернозем, на элювии и делювии плотных карбонатных пород комковатой структуры. Питомник, в котором размещены все сорта, был заложен осенью 2008 года. Для посадки использовали корнесобственные саженцы сортов Лань и Лада и селекционных номеров Г-122 и 2030, которые успешно прошли конкурсное сортоиспытание и в 2017 году были зарегистрированы как сорта под коммерческими названиями Легрина и Золушка. Делянки однорядковые по 10 растений со схемой посадки 2,5×1,0 м, площадь учетной делянки — 25 м². В питомнике ежегодно выполняли комплекс агротехнических мероприятий, рекомендуемых для зоны. Начиная со второго года вегетации (2010 год — первый цветосбор), проводили фенологические наблюдения, учеты и анализы, предусмотренные методикой селекции розы эфиромасличной. Для каждого сорта определяли массу и махровость цветка, зимостойкость, бутонообразовательную способность, общее состояние растений, урожайность цветков, содержание и сбор декантированного эфирного масла, массовую долю и сбор конкмата. Учеты, наблюдения и анализы были выполнены в соответствии с методическими рекомендациями по селекции и биохимическим исследованиям эфиромасличных культур. Зимостойкость всех сортов была высокой — 4,5-4,9 балла (по 5-балльной шкале). Максимальное число лепестков в цветке у сорта Золушка — 69,7±2,1 шт. Сорта Лань и Легрина не различались по этому показателю — соответственно 63,9±1,9 и 64,5±1,6 шт. Наименьшую махровость цветка (число лепестков 49,5±0,7) имел сорт Лада, наименьшую массу цветка — сорт Лань (3,29±0,10 г), наибольшую — сорт Легрина (4,43±0,08 г). Продуктивность сортов с возрастом повышалась, и есть основание полагать, что за годы наблюдения она еще не достигла максимума. К 14-му цветосбору урожайность сортов Лань, Лада, Легрина и Золушка повысилась по сравнению с 1-м цветосбором соответственно в 5,0; 3,8; 12,3 и 7,8 раза. Массовая доля эфирного масла в цветках всех сортов практически не меняется под влиянием метеоусловий и составляла у сортов Лань, Лада и Легрина в среднем 0,025±0,001 %, у сорта Золушка — 0,011±0,001 %. Исходя из полученных данных потенциально сбор декантированного эфирного масла у сорта Легрина при среднем показателе 1,31±0,18 кг/га за 14 цветосборов составлял 18,37 кг/га, что выше показателей у сортов Лань, Лада и Золушка в 1,9; 1,7 и 2,8 раза. По сбору конкмата сорта Легрина и Золушка (9,63±1,92 и 9,31±1,41 кг/га) превосходили сорта Лань и Лада в 1,5 раза. Таким образом, использование всех проанализированных сортов розы эфиромасличной в сельскохозяйственном производстве возможно на протяжении длительного периода без потери хозяйственно ценных показателей.

Ключевые слова: роза эфиромасличная, сорт, урожайность, эфирное масло, цветок.

Роза эфиромасличная — одна из наиболее ценных эфиромасличных

* Исследование выполнено в соответствии с государственным заданием FNZW-2022-0007, ЕГИСУ № 122101300040-6.

культур. Большинство возделываемых в мире сортов, хемотипов, гибридов принадлежит к видам *Rosa damascena* Mill., *R. gallica* L., *R. centifolia* L. и *R. alba* L. Каждый из генотипов роз имеет свои преимущества, которые используются в селекционных программах (1). В Болгарии роза дамасская *R. damascena* Mill. f. *trigintipetala* Dieck. (роза Казанлыкская) выращивается с XIV века. Болгарское розовое масло востребовано в мире благодаря качеству и прекрасному аромату (2, 3). В настоящее время этот вид широко культивируется в Болгарии, Иране, Турции, Франция, Италия, Марокко, США и Индии, Китае и других странах (4-6). Мировое производство розового масла составляет около 4,5 т в год.

Наиболее ценный продукт переработки цветков розы эфиромасличной — эфирное масло, в состав которого входят цитронеллол, гераниол, нерол (7-9). Благодаря высокой ценности компонентного состава продукты переработки цветков розы находят широкое применение в парфюмерно-косметическом, фармацевтическом производствах, медицине, ароматерапии (10-13). Эфирное масло розы, по данным ряда исследований, проявляет антимикробные, противовирусные, антибактериальные, противогрибные, антиоксидантные свойства, оказывает обезболивающее, противовоспалительное, антидиабетическое, антидепрессантное, очищающее, возбуждающее, седативное, афродизиакальное действие (12-14). Его можно использовать в качестве фитовегеторегулятора для лечения неврозов, вегетососудистой дистонии, бессонницы, а также в аэрофитотерапии (14-17). Есть информация об эффективности использования эфирного масла розы для лечения болезни Альцгеймера (18).

Цветки розы эфиромасличной и эфирное масло применяются в кондитерском и ликероводочном производстве, при изготовлении разнообразных безалкогольных напитков, конфет, джемов, варенья, сиропов, цукатов, компотов и других сладостей (щербет, рахат-лукум и т.д.) (9, 19).

Ценный продукт переработки цветков розы — конкрет, получаемый при экстракции цветков (19, 20). Этанолрастворимая часть конкрета в смеси с дистилляционным эфирным маслом, так называемое абсолютное эфирное масло (абсолю), состоит в основном из фенилэтилового спирта, цитронеллола, гераниола, нерола, нонадецена, метилэвгенола, эвгенола, нонадекана и бензилового спирта (21, 22). Абсолю используется в элитной парфюмерии, натуральной косметике, клинической ароматерапии (7, 12).

В Крыму — регионе, благоприятном по своим природно-климатическим условиям для большого числа видов эфиромасличных и лекарственных растений, в период расцвета эфиромасличной отрасли (1970-1980-е годы) розу эфиромасличную выращивали на площади до 1500 га. При этом вырабатывалось около 1,5 т эфирного масла розы (30 % общесоюзного производства) (10). В настоящее время розе эфиромасличной не уделяется должного внимания и, по данным Министерства сельского хозяйства Республики Крым на 2023 год, в Крыму числится менее 50 га промышленных насаждений. Однако сырье розы и натуральные продукты его переработки остаются востребованными в ряде отраслей производства.

Одним из важных факторов интенсификации эфиромасличного розоводства служит создание и внедрение в производство новых высокопродуктивных сортов, адаптированных к экологическим условиям региона, и получение стабильных урожаев с плантации в течение продолжительного периода. В настоящее время в «Государственный реестр селекционных достижений, допущенных к использованию» в России включены пять сортов розы эфиромасличной (оригинатор и собственник — ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма, НИИСХ Крыма) (23).

При создании этих сортов в гибридизации были использованы виды *R. damascena* Mill., *Rosa gallica* subsp. *eryosyla* Kell. var. *austriaca* Grantz f. *panonica* Br., *R. gallica* L., *R. alba* L. (9, 24). В мировой практике для идентификации сортов возделываемых культур, в том числе и сортов розы, используют методы молекулярной генетики (25). На все сорта розы эфиромасличной НИИСХ Крыма разработаны генетические паспорта (26).

Роза эфиромасличная при соответствующем уходе может возделываться на одном месте до 20-30 лет (10). Однако конкретные данные по динамике продуктивности в связи с возрастом сортовой плантации розы в литературе отсутствуют. Показатели продуктивности и качества возделываемых сортов розы эфиромасличной подвержены колебаниям в зависимости от условий выращивания, почвенно-климатических и метеорологических факторов (27, 28). Поэтому особое значение имеет комплексная оценка сортов с целью выявления их адаптивности и стабильности на протяжении длительного периода эксплуатации плантации. Это позволит выбрать для возделывания сорт, оптимальный для заданного направления использования.

В настоящей работе впервые приведены данные анализа показателей продуктивности четырех сортов розы эфиромасличной, подтверждающие эффективность использования производственной плантации на протяжении длительного периода (14 лет) в условиях предгорной зоны Крыма.

Цель исследования — сравнительный анализ сортов розы эфиромасличной по основным хозяйственно ценным показателям с учетом возраста плантации в условиях предгорной зоны Крыма.

Методика. Объектом исследования были сорта розы эфиромасличной Лань (сорт Белая [*Rosa alba* L.] × сорт Мичуринка [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]), Лада (сорт Белая [*Rosa alba* L.] × сорт Мичуринка [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]), Легрина (сорт Белая [*Rosa alba* L.] × сорт Мичуринка [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]) и Золушка (сорт Весна [*Rosa damascena* Mill. × *R. gallica* subsp. *eryosyla* Kell. var. *austriaca* Grantz f. *panonica* Br.] × сорт Крымская красная [*R. gallica* L.]). Все сорта имели гибридное происхождение и размножались клонированием.

Исследования проводили в течение 14 лет (2010-2023 годы) на экспериментальной базе селекционно-семеноводческого центра эфиромасличных культур НИИСХ Крыма, расположенной в предгорной зоне Крыма (с. Крымская роза, Белогорский р-н).

Территория относится к северному подрайону с умеренно мягкой зимой (29). В Предгорье Крыма климат степной, умеренно континентальный, с засушливым жарким летом, частой сменой жары и нерегулярно выпадающими осадками. В летний период преобладает северо-восточное направление перемещения воздушных масс со скоростью более 15 м/с и продолжительностью 7-14 сут, что приводит к снижению запаса почвенной влаги. В целом, климат зоны засушливый, с мягкой зимой. Среднегодовая температура воздуха — около 10 °С. Продолжительность периода с положительной температурой воздуха — в среднем 292 сут/год. Средняя температура июля — 21 °С, января — -0,8 °С. Возможно повышение температуры летом до 40 °С и понижение зимой до -30 °С. Среднеголетняя сумма осадков — 498 мм, среднегодовая влажность воздуха — 70 %. Гидротермический коэффициент (0,91) указывает на засушливый характер погодных условий.

Почва опытного участка — южный карбонатный тяжелый суглинистый чернозем, на элювии и делювии плотных карбонатных пород комковатой структуры. Содержание гумуса пониженное (2,5 %), азота — низкое (0,54-0,96), калия — повышенное (36,7-38,1), фосфора — высокое (5,9-

6,0 мг/100 г почвы), рН 7,5-7,8 (29).

Питомник, в котором размещены все сорта, был заложен осенью 2008 года. Для посадки использовали корнесобственные саженцы сортов Лань и Лада и селекционных номеров Г-122 и 2030, которые успешно прошли конкурсное сортоиспытание и в 2017 году были зарегистрированы как сорта под коммерческими названиями Легрина и Золушка (23, 24). Опыт заложен в четырех повторностях, делянки однорядковые по 10 растений со схемой посадки 2,5×1,0 м, площадь учетной делянки — 25 м².

В питомнике ежегодно выполняли комплекс агротехнических мероприятий, рекомендуемых для зоны. Начиная со второго года вегетации (2010 год — первый цветосбор), проводили фенологические наблюдения, учеты и анализы, предусмотренные методикой селекции розы эфиромасличной (24, 30, 31).

Для каждого сорта определяли массу и махровость цветка, зимостойкость, бутонообразовательную способность, общее состояние растений, урожайность цветков, содержание и сбор декантированного эфирного масла, массовую долю и сбор конкрета. Зимостойкость определяли визуально после перезимовки по степени повреждения растений. Во время полной бутонизации оценивали бутонообразовательную способность: учитывали общее число цветonoсных побегов на растении, число бутонов в соцветии, их расположение на кусте.

Общее состояние растений оценивали при осмотре трижды: в период бутонизации, через 1-1,5 мес после окончания уборки и перед уходом в зиму. Отмечали выравненность кустов по высоте и мощности развития, а также степень повреждения вредителями и болезнями. Зимостойкость, бутонообразовательную способность и общее состояние растений оценивали по 5-балльной шкале в четырех повторностях.

Массу цветка и число лепестков в цветке у каждого сорта определяли по 10 цветкам из общего сбора в двух повторностях трижды за период цветения. Анализ содержания декантированного эфирного масла проводили методом гидродистилляции в начале, середине и конце сбора урожая в двух повторностях (7, 31). Урожайность цветков определяли в четырех повторностях, сбор эфирного масла — в двух повторностях.

В связи с недостаточным количеством сырья определение массовой доли и сбора конкрета выполняли по анализу одной пробы — общий сбор цветков в двух повторностях (7, 8).

Статистическую обработку полученных данных — вычисление среднего показателя (M), ошибки среднего ($\pm SEM$), коэффициентов вариации (C_v) выполняли с использованием пакета программ Microsoft Office Excel 2010 (32). Уровень статистической значимости приведенных данных $p \leq 0,05$. Сравнение показателей проводили с использованием t -критерия Стьюдента.

Результаты. Фотографии исследованных сортов розы эфиромасличной представлены на рисунке 1.

Цветение розы обычно приходилось на период с 20 мая до 20 июня с небольшими колебаниями. Метеоусловия этого периода различались по годам. Среднегодовалые показатели температуры в мае и июне составляли соответственно 14,9 и 18,5 °С. Наиболее жаркими были условия 2018 и 2019 годов: средняя температура достигала 18,0-17,3 °С в мае и 21,3- 22,6 °С в июне. Значительные различия по годам были отмечены по количеству выпавших осадков. При среднегодовом суммарном количестве осадков в мае и июне 115,9 мм в экстремально засушливом 2018 году выпало всего 37,8 мм (32,4 % от нормы), а в самом влажном 2016 году — 168,0 мм (145,0 % относительно нормы).



Рис. 1. Сорты розы эфиромасличной селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма: А — Лань, Б — Лада, В — Легрина, Г — Золушка (с. Крымская роза, Белогорский р-н, 2024 год; фото В.А. Золотилова).

В зависимости от температурного режима и количества осадков смешались сроки наступления и продолжительность всех последующих фаз вегетации, а также наблюдалась изменчивость некоторых показателей продуктивности и качества сортов розы эфиромасличной, что согласуется с имеющимися в литературе данными (28).

Важный показатель сорта — продолжительность периода цветения. Наибольшую ценность представляют сорта с длительным периодом цветения. В сухую и жаркую погоду период цветения короче.

Начало цветения находилось в прямой зависимости от теплового режима в период до начала цветения. Наиболее интенсивное цветение приходилось на вторую пятидневку от начала цветения. У изучаемых сортов длительность цветения составляла от 18 до 37 сут. Наиболее длительным цветением выделялись сорт Легрина — $30,1 \pm 1,3$ сут. Средняя продолжительность цветения остальных сортов — 27,0-27,9 сут (табл. 1).

За все годы наблюдений самые ранние сроки начала и окончания цветения были отмечены у сортов Легрина и Лань. В 2010 году цветение было коротким у всех сортов (18-20 сут) в связи с небольшими размерами растений. Засушливые условия мая и июня 2011 года обусловили наименьшую продолжительность цветения молодых растений — всего 24-25 сут. В

более влажные 2014 и 2016 годы продолжительность цветения была максимальной — 33-36 сут.

Зимостойкость — важный показатель для характеристики сорта розы эфиромасличной. За 14 лет наблюдений изучаемые сорта проявили высокую степень зимостойкости, в среднем 4,5-4,9 балла. Наименее зимостойким оказался сорт Лада со средней оценкой $4,5 \pm 0,1$ балла (см. табл. 1).

1. Основные морфо-биологические показатели сортов розы эфиромасличной селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма (с. Крымская роза, Белогорский р-н, 2010-2023 годы)

Признак	Показатель	Сорт			
		Лань	Лада	Легрина	Золушка
Продолжительность периода цветения, сут	$M \pm SEM$	27,7±0,9	27,0±0,8	30,1±1,3	27,9±1,3
	$M_{min}-M_{max}$	20-35	20-31	20-37	18-36
	$Cv, \%$	12,6	10,7	15,6	16,8
Зимостойкость, балл	$M \pm SEM$	4,7±0,1	4,5±0,1	4,9±0,1	4,8±0,1
	$M_{min}-M_{max}$	4,3-5,0	3,5-5,0	4,4-5,0	4,1-5,0
	$Cv, \%$	6,8	9,5	3,5	5,6
Бутонообразовательная способность, балл	$M \pm SEM$	4,2±0,2	4,1±0,2	4,6±0,1	4,6±0,1
	$M_{min}-M_{max}$	3,2-5,0	3,1-5,0	3,8-5,0	3,8-5,0
	$Cv, \%$	13,1	14,6	8,4	8,2
Общее состояние, балл	$M \pm SEM$	4,5±0,1	4,3±0,1	4,9±0,0	4,5±0,1
	$M_{min}-M_{max}$	3,8-4,9	4,0-4,9	4,5-5,0	4,3-5,0
	$Cv, \%$	6,0	5,8	3,1	4,0
Масса цветка, г	$M \pm SEM$	3,29±0,10	3,62±0,10	4,43±0,08	3,64±0,13
	$M_{min}-M_{max}$	2,71-3,98	3,03-4,33	3,70-4,78	2,80-4,86
	$Cv, \%$	10,9	9,9	6,8	13,7
Число лепестков, шт.	$M \pm SEM$	63,9±1,9	49,5±0,7	64,5±1,6	69,7±2,1
	$M_{min}-M_{max}$	48,0-71,0	43,0-54,7	56,0-76,5	58,0-91,0
	$Cv, \%$	11,6	5,4	9,1	11,0

Пр и м е ч а н и е. Продолжительность цветения определяли по 4 повторностям. Зимостойкость, бутонообразовательную способность и общее состояние растений оценивали по 5-балльной шкале в четырех повторностях. Массу цветка и число лепестков в цветке у каждого сорта определяли по 10 цветкам из общего сбора в двух повторностях трижды за период цветения. $M_{min}-M_{max}$ — минимальное и максимальное средние значения за все годы изучения.

Бутонообразовательная способность прогнозирует будущий урожай и оценивается визуально в период закладки бутонов. Сорта Легрина и Золушка со значением $4,6 \pm 0,1$ балла превосходили по этому показателю сорта Лань и Лада (см. табл. 1).

Важными параметрами сорта считаются махровость и масса цветка, от которых зависит урожайность (29). Наибольшей массой цветка (в среднем $4,43 \pm 0,08$ г) характеризовался сорт Легрина. При этом он незначительно уступал сорту Золушка по махровости цветка. Число лепестков в цветке у этих сортов составляло соответственно $64,5 \pm 1,6$ и $69,7 \pm 2,1$ шт. Наименьшая махровость цветка ($49,5 \pm 0,7$ лепестков) наблюдалась у сорта Лада, наименьшая масса цветка — у сорта Лань ($3,29 \pm 0,1$ г). Эти признаки соответствовали параметрам характеристики сортов (9, 23).

Наиболее значимы для сорта показатели продуктивности — урожайность цветков и сбор эфирного масла. С увеличением возраста растений повышалась и их продуктивность (рис. 2). Начиная с 5-го цветосбора (2014 год) урожайность сортов Легрина и Золушка превышала таковую у сортов Лань и Лада. К 14-му цветосбору урожайность сортов Лань, Лада, Легрина и Золушка повысилась по сравнению с 1-м цветосбором соответственно в 5,0; 3,8; 12,3 и 7,8 раза ($p \leq 0,05$). Средняя урожайность сорта Легрина за период исследования составила $5,43 \pm 0,75$ т/га, а суммарная урожайность за все годы — 76,04 т/га. Это в 1,8; 1,6 и 1,3 раза выше ($p \leq 0,05$), чем у сортов Лань, Лада и Золушка.

Вариабельность урожайности у всех изученных сортов оказалась достаточно высокой, что было связано как с приростом куста по годам, так и с различием метеоусловий. Коэффициент вариации для изучаемых

сортов составил соответственно 51,4; 38,9; 51,7 и 37,6 %.

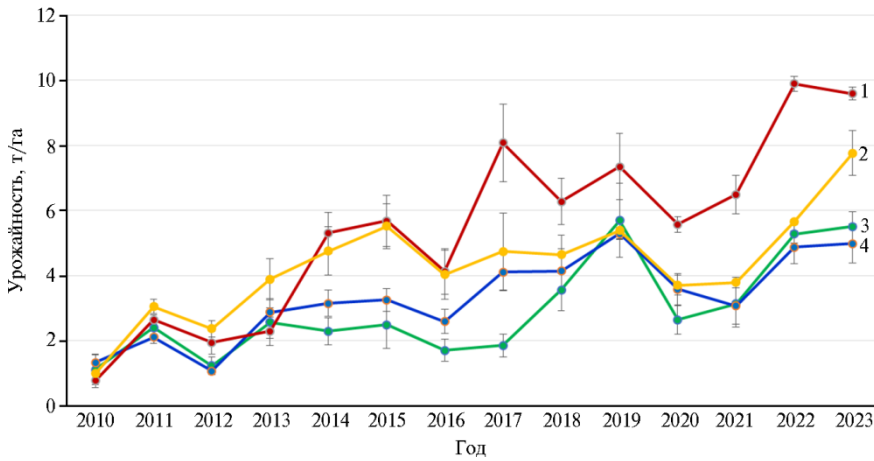


Рис. 2. Динамика урожайности цветков по годам у сортов розы эфиромасличной селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма: 1 — Легрина, 2 — Золушка, 3 — Лань, 4 — Лада ($n = 4$, $M \pm SEM$; с. Крымская роза, Белогорский р-н).

Одним из наиболее важных показателей эфиромасличного сорта служит содержание в сырье эфирного масла (табл. 2).

2. Характеристика сортов розы эфиромасличной селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма по массовой доле эфирного масла (%) ($M \pm SEM$, с. Крымская роза, Белогорский р-н)

Год	Сорт			
	Лань	Лада	Легрина	Золушка
2010	0,034±0,003	0,029±0,002	0,035±0,003	0,012±0,003
2011	0,033±0,003	0,026±0,002	0,024±0,002	0,012±0,002
2012	0,018±0,004	0,028±0,003	0,023±0,003	0,013±0,003
2013	0,024±0,003	0,025±0,000	0,022±0,002	0,014±0,001
2014	0,025±0,003	0,024±0,002	0,024±0,002	0,014±0,003
2015	0,023±0,004	0,027±0,003	0,024±0,003	0,012±0,001
2016	0,028±0,003	0,028±0,002	0,023±0,001	0,015±0,002
2017	0,025±0,000	0,025±0,000	0,028±0,003	0,005±0,000
2018	0,023±0,003	0,028±0,000	0,027±0,002	0,013±0,003
2019	0,025±0,005	0,018±0,008	0,025±0,003	0,009±0,001
2020	0,025±0,004	0,025±0,001	0,023±0,003	0,011±0,001
2021	0,022±0,004	0,025±0,000	0,023±0,007	0,011±0,001
2022	0,021±0,002	0,021±0,002	0,022±0,002	0,008±0,001
2023	0,018±0,003	0,020±0,003	0,023±0,002	0,010±0,003
$M \pm SEM$	0,025±0,001	0,025±0,001	0,025±0,001	0,011±0,001
Lim $M_{min}-M_{max}$	0,018-0,034	0,018-0,029	0,022-0,035	0,005-0,015
$Cv, \%$	20,0	12,0	12,0	27,3

Примечание. Анализ содержания эфирного масла в цветках проводили в начале, середине и конце сбора урожая в двух повторностях. $M_{min}-M_{max}$ — минимальное и максимальное средние значения за все годы изучения.

Результаты биохимических анализов показали, что по массовой доле эфирного масла в цветках сорта Лань, Лада и Легрина не различались. В среднем она составляла $0,025 \pm 0,001$ %. Изменчивость этого показателя по годам у сортов Лань и Лада находилась в пределах 0,018–0,034 %. Диапазон изменчивости у сорта Легрина был меньше — 0,022–0,035 %. Наименьшим содержанием в цветках эфирного масла характеризовался сорт Золушка — $0,011 \pm 0,001$ % при диапазоне 0,005–0,015 %. Основной целью при создании этого сорта было получение высокого выхода конкрета — ценного продукта переработки цветков розы эфиромасличной. К особенностям сорта Золушка относится яркая окраска цветков, что делает предпочтительным его выбор для приготовления сиропов, варенья, разнообразных кондитерских и кулинарных изделий. У сортов Лада и Легрина массовая доля эфирного

масла оставалась достаточно стабильной по годам, независимо от погодных условий ($C_v = 12,0 \%$). Меньшей стабильностью характеризовалось содержание эфирного масла в цветках сортов Лань и Золушка, что, возможно, является следствием их большей зависимости от метеоусловий.

Основной показатель продуктивности сортов эфиромасличных растений — сбор эфирного масла, который зависит от урожайности сырья и содержания в нем эфирного масла (рис. 3). В нашем исследовании выделился сорт Легрина. Потенциально сбор декантированного эфирного масла от растений этого сорта при среднем показателе $1,312 \pm 0,181$ кг/га за 14 цветосборов составлял $18,37$ кг/га, что превышало аналогичные показатели сортов Лань, Лада и Золушка соответственно в 1,9; 1,7 и 2,8 раза ($p \leq 0,05$).

Выявленные нами значительные колебания показателей продуктивности в годы наблюдений, помимо зависимости от возрастных изменений растений, указывают на наличие вариабельности, связанной с изменчивостью метеоусловий.

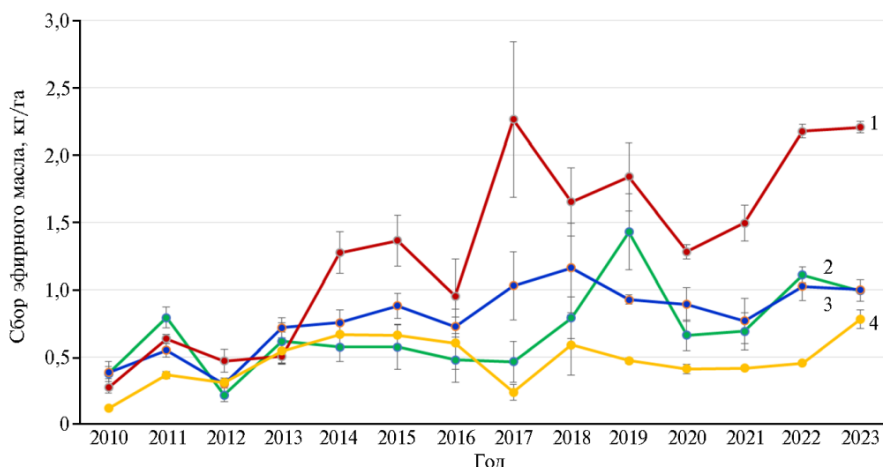


Рис. 3. Динамика величины сбора декантированного эфирного масла у сортов розы эфиромасличной селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма: 1 — Легрина, 2 — Лань, 3 — Лада, 4 — Золушка ($n = 2$, $M \pm SEM$; с. Крымская роза, Белогорский р-н).

Также мы выполнили анализ массовой доли и сбора конкрета из сырья у изученных сортов (табл. 3).

3. Характеристика сортов розы эфиромасличной селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма по массовой доле и сбору конкрета (с. Крымская роза, Белогорский р-н)

Год	Сорт			
	Лань	Лада	Легрина	Золушка
	Массовая доля конкрета, %			
2011	0,215	0,260	0,180	0,175
2012	0,160	0,185	0,160	0,175
2013	0,180	0,170	0,210	0,195
2014	0,280	0,285	0,260	0,250
2015	0,262	0,230	0,247	0,262
2019	0,230	0,208	0,185	0,210
2021	0,253	0,203	0,204	0,275
$M \pm SEM$	$0,226 \pm 0,017$	$0,220 \pm 0,015$	$0,207 \pm 0,014$	$0,220 \pm 0,016$
$Lim_{min-max}$	0,160-0,280	0,170-0,285	0,160-0,260	0,175-0,275
$C_v, \%$	19,5	18,6	17,4	19,1
	Сбор конкрета, кг/га			
2011	5,16	5,49	4,77	5,32
2012	1,98	1,98	3,12	4,15
2013	4,63	4,88	4,81	7,59
2014	6,43	8,96	13,81	11,89
2015	6,52	7,50	14,03	14,46

2019	13,11	11,00	13,60	11,32
2021	7,94	6,23	13,24	10,42
Сумма	45,77	46,04	67,38	65,15
$M \pm SEM$	$6,54 \pm 1,30$	$6,58 \pm 1,11$	$9,63 \pm 1,92$	$9,31 \pm 1,41$
Limmin-max	1,98-13,11	1,98-11,00	3,12-14,03	4,15-14,46
$Cv, \%$	52,8	44,5	52,8	40,2

Примечание. В связи с недостаточным количеством сырья определение массовой доли и сбора конкreta выполняли по анализу одной пробы — общий сбор цветков в двух повторностях. Limmin-max — минимальное и максимальное значения за все годы.

Статистически достоверных различий между сортами по массовой доле конкreta не было, но наибольший выход продукта может быть получен из сырья сортов Легрина и Золушка за счет их более высокой урожайности.

Следует отметить, что при создании сортов Лань и Лада предусматривалась возможность получения эфирного масла из их сырья методом экстракции (7). При этом выход экстракционного масла превышал выход декантированного в 3-4 раза, однако его качество значительно уступало декантированному эфирному маслу, в том числе из-за высокого содержания фенилэтилового спирта (33). Определение экстракционного масла в настоящем исследовании не проводили.

При всем многообразии исследований розы эфиромасличной они в основном посвящены изучению продуктивности сортов, элементов технологии возделывания, а также количественных и качественных показателей эфирного масла и сфер его использования (10-13, 34). Лишь в одной из работ индийских исследователей имеется информация о том, что урожайность плантации розы дамасской резко снижается после 10-12 лет посадки, из-за истощения почвы, а также абиотического и биотического стресса. Для улучшения продуктивности предлагается в условиях умеренного климата в октябре проводить обрезку растений на уровне земли (35). Приведенные сведения существенно отличаются от полученных нами результатов, свидетельствующих о возрастании потенциальной продуктивности сортовых плантаций к 14-му году их эксплуатации в условиях предгорной зоны Крыма. При этом, обсуждая причины снижения урожайности плантации, авторы не представили подтверждающих данных (35). На продуктивную долговечность плантации розы, помимо факторов, указанных авторами статьи, могут оказывать влияние почвенно-климатические условия региона, а также сортовые и видовые особенности возделываемых растений (36).

Таким образом, производственное использование сортов розы эфиромасличной Лань, Лада, Легрина и Золушка селекции ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма возможно в течение длительного времени без потери хозяйственно ценных показателей. Многолетнее изучение выявило их стабильно высокую зимостойкость — 4,5-4,9 балла (по 5-балльной шкале). Максимальное число лепестков в цветке было у сорта Золушка — $69,7 \pm 2,1$ шт., минимальное у сорта Лада — $49,5 \pm 0,7$ шт. Сорта Лань и Легрина не различались по этому показателю — соответственно $63,9 \pm 1,9$ и $64,5 \pm 1,6$ шт. При этом сорт Легрина имел наибольшую массу цветка — $4,43 \pm 0,08$ г, а сорт Лань наименьшую — $3,29 \pm 0,10$ г. Продуктивность растений повышалась с возрастом. Урожайность сортов Лань, Лада, Легрина и Золушка возрастала и в 14-летнем возрасте превысила таковую у растений второго года вегетации соответственно в 5,0; 3,8; 12,3 и 7,8 раза. Массовая доля эфирного масла в цветках у всех сортов сохранялась независимо от различий метеоусловий в разные годы и составляла у сортов Лань, Лада и Легрина в среднем $0,025 \pm 0,001$ %, у сорта Золушка — $0,011 \pm 0,001$ %. Наиболее высоким потенциальным сбором декантированного эфирного масла отличался сорт

Легрина — в среднем $1,312 \pm 0,181$ кг/га. За 14 цветосборов он составил 18,37 кг/га, превысив показатели у сортов Лань, Лада и Золушка соответственно в 1,9; 1,7 и 2,8 раза ($p \leq 0,05$). Выход конкрета возрастал с возрастом растений, и его величина стабильно повышалась у сортов Легрина и Золушка: в среднем она составляла соответственно $9,63 \pm 1,92$ и $9,31 \pm 1,41$ кг/га, что было в 1,5 раза выше, чем у сортов Лань и Лада ($p \leq 0,05$). Эти данные позволяют сделать вывод, что для получения декантированного эфирного масла предпочтительно использовать сорт Легрина, экстракционного — сорта Лань и Лада, конкрета — Легрина и Золушка. Наши результаты позволяют прогнозировать динамику основных показателей сорта в зависимости от возраста и метеоусловий, поэтому могут быть полезны в работах по селекции розы эфиромасличной. Мы продолжим изучение эффективности сортовых производственных плантаций розы эфиромасличной при длительном использовании.

ФГБУН НИИ сельского хозяйства Крыма,
295043 Россия, Республика Крым, г. Симферополь, ул. Киевская, 150,
e-mail: viktor_zolotilov@mail.ru, nevkritaya@mail.ru ✉,
olya_zolotilova@mail.ru, oleg.skipor@mail.ru, krivda_svetlana65@mail.ru

Поступила в редакцию
10 апреля 2024 года
Принята к публикации
16 мая 2024 года

Sel'skokhozyaystvennaya biologiya [Agricultural Biology], 2025, V. 60, № 1, pp. 48-59

THE RESULTS OF THE ESSENTIAL-OIL-BEARING ROSE MULTI-YEAR STUDIES IN THE CRIMEA SUBMOUNTAIN REGION

V.A. Zolotilov, N.V. Nevkrytaya ✉, O.M. Zolotilova, O.B. Skipor, S.I. Krivda

Research Institute of Agriculture of Crimea, 150, ul. Kievskaya, Simferopol, 295043 Russia, e-mail viktor_zolotilov@mail.ru, priemnaya@niishk.site (✉ corresponding author), olya_zolotilova@mail.ru, oleg.skipor@mail.ru, krivda_svetlana65@mail.ru
ORCID:

Zolotilov V.A. orcid.org/0000-0002-2451-8141
Nevkrytaya N.V. orcid.org/0000-0003-1783-2199
Zolotilova O.M. orcid.org/0000-0002-4949-7922

Skipor O.B. orcid.org/0000-0001-8808-9545
Krivda S.I. orcid.org/0000-0003-1777-067X

The authors declare no conflict of interests

Acknowledgements:

Carried out in accordance with the state assignment FNZW-2022-0007, ЕГИСУ № 122101300040-6

Final revision received April 10, 2024

doi: 10.15389/agrobiology.2025.1.48eng

Accepted May 16, 2024

Abstract

Essential-oil-bearing rose is one of the most precious and valuable essential-oil-bearing plants cultivated in many countries. If management and care are good, the essential-oil-bearing rose plantations can be operated as long as for 20-30 years. However, in the literature there is no clear mention of the plantation productivity pattern in the context of the plantation age. The present paper is the first to report the findings of the analysis of four essential-oil-bearing rose varieties in terms of their productivity indicators which evidence the efficiency of operating commercial plantations for extended 14-year period in the Crimea submountain region. The research had as its goal carrying out a benchmarking analysis of the essential-oil-bearing rose varieties in terms of the basic commercially valuable indicators taking into account the plantation age in the Crimea submountain region context. The following essential-oil-bearing rose varieties were the subject of research: Lan (Belaya variety [*Rosa alba* L.] × Michurinka variety [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]), Lada (Belaya variety [*Rosa alba* L.] × Michurinka variety [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]), Legrina (Belaya variety [*Rosa alba* L.] × Michurinka variety [*R. damascena* Mill. × *R. gallica* L.]) and Zolushka (Vesna variety [*Rosa damascena* Mill. × *R. gallica* subsp. *eryosyla* Kell. var. *austriaca* Grantz f. *panonica* Br.] × Krymskaya krasnaya variety [*R. galica* L.]). All the varieties were of hybrid parentage and clone reproduction. The research was carried out during 14 years (2010-2023) at the experimental station of the essential-oil-bearing crops selection and seed centre (Research Institute of Agriculture of Crimea) located in the Crimea submountain region (Krymskaya Roza village, Belogorsk District). The experimental station soil is southern carbonate-rich heavy loamy chernozem, on eluvial and deluvial deposits of dense carbonate rocks of cloddy structure. The nursery housing all the varieties was laid out in 2008. Root seedlings of Lan and Lada varieties and selection numbers Г-122 and 2030 which had successfully passed a competitive variety testing and in 2017 were registered as varieties under the trade names of Legrina and Zolushka were used for planting. One-row plots had 10 plants each, the planting pattern was $2,5 \times 1,0$ m, the registration plot space was 25 m^2 . Package of appropriate soil management and plant care measures recommended for the region was implemented in the nursery every year. Pheno-

logical observations, recording and analysis as provided for by the essential-oil-bearing rose breeding guidelines were carried out starting from the second vegetation year (the first harvest was in 2010). Each variety under study was evaluated for the flower weight and full-blossom condition, winter hardiness, bud forming capacity, overall plant condition, flower yield, decanted essential oil content and yield, weight content and yield of concrete. Recording, observations and analyses were carried out in accordance with the guidelines for the essential-oil-bearing crops selection and biochemical study. Winter hardiness of all the varieties is high and reaches 4.5–4.9 points (on a five-point scale). The maximum number of petals in a Zolushka variety flower is 69.7 ± 2.1 pcs. Lan and Legrina varieties do not differ much in number of petals in a flower, 63.9 ± 1.9 pcs and 64.5 ± 1.6 pcs, respectively. Lada variety outstands with the lowest flower full-blossom condition (49.5 ± 0.7 petals). The Lan variety has the least flower weight 3.29 ± 0.10 g while the maximum flower weight 4.43 ± 0.08 g is observed in the Legrina variety. Productivity of the varieties increased as the plants aged and there is evidence to suggest that the varieties productivity did not reach the maximum value over the project years. By the 14th flower harvest the yield of Lan, Lada, Legrina and Zolushka varieties increased 5.0, 3.8, 12.3 and 7.8 times as much as compared to the first flower harvest. The essential oil weight content in flowers of all the varieties changes little, if at all, irrespective of differences in weather conditions and reaches by an average 0.025 ± 0.001 % in Lan, Lada and Legrina varieties and 0.011 ± 0.001 % in the Zolushka variety. The research findings suggest that the yield of decanted essential oil in Legrina variety implicitly reaches 18.37 kg/ha for 14 flower harvests with the average of 1.31 ± 0.18 kg/ha and is 1.9, 1.7 and 2.8 times as high as that in Lan, Lada and Zolushka varieties. In terms of the yield of concrete Legrina and Zolushka varieties (9.63 ± 1.92 kg/ha and 9.31 ± 1.41 kg/ha respectively) surpass Lan and Lada varieties 1.5 times as much. Thus, all the essential-oil-bearing rose varieties considered can be implicitly used in agricultural industry over extended periods without impairment of their commercially valuable properties.

Keywords: an essential-oil-bearing rose, a variety, yield, essential oil, a flower.

REFERENCES

1. Dobreva A., Nedeltcheva-Antonova D., Nenov N., Getchovska K., Antonov L. Subcritical extracts from major species of oil-bearing roses — a comparative chemical profiling. *Molecules*, 2021, 26(16): 4991 (doi: 10.3390/molecules26164991).
2. Dobreva A., Getchovska K., Nedeltcheva-Antonova D. A comparative study of Saudi Arabia and Bulgarian Rose oil chemical profile: the effect of the technology and geographic origin. *Flavour and Fragrance Journal*, 2020, 35(5): 584–596 (doi: 10.1002/ffj.3601).
3. Antonova D.V., Medarska Y.N., Stoyanova A.S., Nenov N.S., Slavov A.M., Antonov L.M. Chemical profile and sensory evaluation of Bulgarian rose (*Rosa damascena* Mill.) aroma products, isolated by different techniques. *Journal of Essential Oil Research*, 2020, 33(2): 171–181 (doi: 10.1080/10412905.2020.1839583).
4. Sharma S., Kumar R. Effect of temperature and storage duration of flowers on essential oil content and composition of damask rose *Rosa × damascena* Mill. under western Himalayas. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2016, 3(1): 10–17 (doi: 10.1016/j.jar-map.2015.10.001).
5. Seyed Hajizadeh H., Ebadi B., Morshedloo M.R., Abdi Ghazijahani A. Morphological and phytochemical diversity among some Iranian *Rosa damascena* Mill. landraces. *Journal of Ornamental Plants*, 2021, 11(4): 243–255.
6. Mohammadhosseini M., Sarker S.D., Akbarzadeh A. Chemical composition of the essential oils and extracts of Achillea species and their biological activities: a review. *Journal of Ethnopharmacology*, 2017, 199: 257–315 (doi: 10.1016/j.jep.2017.02.010).
7. Pashtetskii V.S., Timasheva L.A., Pekhova O.A., Danilova I.L., Serebryakova O.A. *Efirnye masla i ikh kachestvo* [Essential oils and their quality]. Simferopol', 2021: 9–14 (doi: 10.33952/2542-0720-978-5-907506-16-9) (in Russ.).
8. Rabotyagov V.D., Paliy A.E., Kurdyukova O.N. *Efirnye masla aromaticheskikh rasteniy* [Essential oils of aromatic plants]. Simferopol', 2017: 29–30.
9. Tambe E., Gotmare S.R. Study of variation and identification of chemical composition in *Rosa* species oil collected from different countries. *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 2016, 9(11): 11–18.
10. Pashtetskii V.S., Nevkrytaya N.V., Mishnev A.V., Nazarenko L.G. *Efiromaslichnaya otrast' Kryma. Vchera, segodnya, zavtra: 2-e izdanie, dopolnennoe* [Essential oil industry of Crimea. Yesterday, today, tomorrow: 2nd edition, supplemented]. Simferopol', 2018 (in Russ.).
11. Mileva M., Ilieva Y., Jovtchev G., Gateva S., Zaharieva M., Georgieva A., Dimitrova L., Dobreva A., Angelova T., Vilhelmova-Ilieva N., Valcheva V., Najdenski H. Rose flowers — a delicate perfume or a natural healer? *Biomolecules*, 2021, 11(1): 127 (doi: 10.3390/biom11010127).
12. Pashtetskii V.S., Nevkrytaya N.V. *Tavricheskiy vestnik agrarnoy nauki*, 2018, 1(13): 18–40 (doi: 10.25637/TVAN2018.01.02) (in Russ.).
13. Kumari S., Guha Choudhury A. Medicinal uses of Rose. *Vigyan Varta*, 2021, 2(3): 49–51.
14. Androutsopoulou C., Christopoulou S.D., Hahalas P., Kotsalou C., Lamari F.N., Vantarakis A. Evaluation of essential oils and extracts of Rose geranium and Rose petals as natural preservatives in terms of toxicity, antimicrobial, and antiviral activity. *Pathogens*, 2021, 10(4): 494 (doi: 10.3390/pathogens10040494).

15. Jovtchev G., Stankov A., Georgieva A., Dobрева A., Bakalova R., Aoki I., Mileva M. Cytotoxic and genotoxic potential of Bulgarian *Rosa alba* L. essential oil — in vitro model study. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 2018, 32(2): 513-519 (doi: 10.1080/13102818.2017.1423245).
16. Sahakyan N.Zh., Petrosyan M.T., Trchounian A.H. Some peculiarities of essential oil of Damask rose growing in high altitude Armenian landscapes. *Chemistry and Biology*, 2020, 54(1): 68-74 (doi: 10.46991/PYSU:B/2020.54.1.068).
17. Mahboubi M. *Rosa damascena* as holy ancient herb with novel applications. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 2016, 6: 10-16 (doi: 10.1016/j.jtcme.2015.09.005).
18. Zhu Sh., Li H., Dong J., Yang W., Liu T., Wang Y., Wang X., Wang M., Zhi D. Rose essential oil delayed Alzheimer's disease-like symptoms by SKN-1 pathway in *C. elegans*. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2017, 65(40): 8855-8865 (doi: 10.1021/acs.jafc.7b03224).
19. Butcaru A.C., Stănică F., Velcea M.N. Preliminary studies regarding the production of jam from organic rose petal. *Bulletin of University of Agricultural Sciences and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Food Science and Technology*, 2017, 74(2): 50-57 (doi: 10.15835/buasvmcn-fst:0022).
20. Nenov N., Atanasova T., Gochev V., Merdzhanov P., Girova T., Djurkov T., Stoyanova A. New product from Bulgarian rose. *World Science*, 2016, 1(3(7)): 17-22.
21. Erbaş S., Baydar H. Variation in scent compounds of oil-bearing rose (*Rosa damascena* Mill.) produced by headspace solid phase microextraction, hydrodistillation and solvent extraction. *Records of Natural Products*, 2016, 10(5): 555-565.
22. Nedeltcheva-Antonova D., Stoicheva P., Antonov L. Chemical profiling of Bulgarian rose absolute (*Rosa damascena* Mill.) using gas chromatography—mass spectrometry and trimethylsilyl derivatives. *Industrial Crops and Products*, 2017, 108: 36-43 (doi: 10.1016/j.indcrop.2017.06.007).
23. Gosudarstvennyy reestr selektsionnykh dostizheniy, dopushchennykh k ispol'zovaniyu. Tom 1. Sorta rasteniy (po sostoyaniyu na 23.05.2023 g.) [State Register of Breeding Achievements Approved for Use. Volume 1. Plant Varieties (05/23/2023)]. Available: <https://gossortrf.ru/register/?ysclid=lu2lpbmm45407024010>. Accessed: 03/26/2024 (in Russ.).
24. Nevkrytaya N.V., Zolotilov V.A., Krivchik N.S., Zolotilova O.M., Drobotova E.N., Skipor O.B., Novikov I.A., Ametova E.D., Marchenko M.P., Egorova N.A., Stavtseva I.V. *Spetsializirovannyye kolleksii efiromaslichnykh kul'tur FGBUN «NIISKh Kryma». Roza efiromaslichnaya Rosa L. Shalfey muskatnyy Salvia sclarea L. Metodicheskie rekomendatsii po selektsii i semenovodstvu (pitomnikovodstvu) rozy efiromaslichnoy i shalfeya muskatnogo. Spravochnoe posobie* [Specialized collections of essential oil crops of the Research Institute of Agriculture of Crimea. Essential oil rose *Rosa* L. Clary sage *Salvia sclarea* L. Methodical recommendations for selection and seed production (nursery production) of essential oil rose and clary sage. Reference manual]. Simferopol', 2024 (in Russ.).
25. Saidi A., Eghbalnegad Y., Hajibarat Z. Study of genetic diversity in local rose varieties (*Rosa* spp.) using molecular markers. *Banat's Journal of Biotechnology*, 2017, VIII(16): 148-157 (doi: 10.7904/2068-4738-VIII(16)-148).
26. Seytadzhieva S.B., Abdurashitov S.F., Zolotilov V.A., Nevkrytaya N.V. *Maslichnye kul'tury*, 2023, 3(195): 24-30 (doi: 10.25230/2412-608X-2023-3-195-24-30) (in Russ.).
27. Yaghoobi R., Moridi Farmani M., Sadeghi Z., Asghari S., Rezadoost H. Chemical analysis of Iranian *Rosa damascena* essential oil, concrete, and absolute oil under different bio-climatic conditions. *Industrial Crops & Products*, 2022, 187(part A): 115266 (doi: 10.1016/j.indcrop.2022.115266).
28. Rathore S., Kundlas K., Kumar R. Variability in essential oil content and constituent profile of damask rose (*Rosa damascena* Mill.) at altered intervals of harvest in the Indian Western Himalaya. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 2024, 39: 100537 (doi: 10.1016/j.jarmap.2024.100537).
29. Savchuk L.P. *Klimat predgornoy zony Kryma i efironosy* [Climate of the foothill zone of Crimea and essential oil plants]. Simferopol', 2006 (in Russ.).
30. *Selektsiya efiromaslichnykh kul'tur: metodicheskie ukazaniya* /Pod redaktsiyey A.I. Arinshteyn [Selection of essential oil crops: guidelines. A.I. Arinshteyn (ed.)]. Simferopol', 1977 (in Russ.).
31. *Biokhimicheskie metody analiza efiromaslichnykh rasteniy i efirnykh masel: sbornik nauchnykh trudov* /Sost. A.N. Karpacheva, K.G. Persidskaya, L.N. Lishtvanova [Biochemical methods of analysis of essential oil plants and essential oils: collection of scientific papers]. Simferopol', 1972 (in Russ.).
32. Dospekhov B.A. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy)* [Methods of field trials]. Moscow, 2012 (in Russ.).
33. Voytkovich S.A. *Efirnye masla dlya parfyumerii i aromaterapii* [Essential oils for perfumery and aromatherapy]. Moscow, 1999 (in Russ.).
34. Kovatcheva N., Jeliakov V.D., Astatkie T. Productivity oil content composition and bioactivity of oil-bearing rose accessions. *Hort Science*, 46(5): 710-714 (doi: 10.21273/HORTSCI.46.5.710).
35. Shivani Mahajan M., Thakur B.K., Pal P.K. Ground-level pruning at right time improves flower yield of old plantation of *Rosa damascena* without compromising the quality of essential oil. *Front. Plant Sci.*, 2022, 13: 896237 (doi: 10.3389/fpls.2022.896237).
36. Todorova M., Grozeva N., Gerdzhikova M., Dobрева A., Terzieva S. Productivity of oil-bearing roses under organic and conventional systems. *Scientific Papers. Series A. Agronomy*, 2020, LXIII(1): 2285-5807.