

УДК 633.812.(477.75):547.913:544.942
DOI 10.26897/0021-342X-2017-6-129-140

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ И КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ЭФИРНОГО МАСЛА РОЗМАРИНА (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.), ПРОИЗРАСТАЮЩЕГО НА ЮЖНОМ БЕРЕГУ КРЫМА

С.Л. БЕЛОПУХОВ¹, Л.А. ХЛЫПЕНКО², О.М. ШЕВЧУК², С.А. ФЕСЬКОВ²,
Л.Б. ДМИТРИЕВ¹, В.Л. ДМИТРИЕВА¹

¹ РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева;

² ФГБУН «Никитский ботанический сад – Национальный научный центр РАН»)

Представлены данные о динамике накопления и компонентном составе эфирного масла (ЭМ) сорта *Rosmarinus officinalis* L. Горизонт селекции Никитского ботанического сада. В условиях Южного берега Крыма цветение розмарина наблюдается дважды: весной и осенью. Первое цветение начинается во второй половине февраля и продолжается до середины мая, в апреле отмечается массовое цветение. Содержание ЭМ составляет 0,67–0,80% от сырой массы. Повторное цветение наблюдается со второй половины сентября по ноябрь, массовое цветение – в октябре. В течение онтогенеза розмарина методом ГЖХ–МС определяли компонентный состав ЭМ, в котором выявлено 53 компонента, из которых 51 идентифицирован (массовая доля остальных компонентов ЭМ не достигает 0,01%). Основные компоненты масла: α -пинен 8,3–12,0%; 1,8-цинеол 14,2–22,9%; камфора 18,9–32,6%; линалоол 8,2% (апрель). Кроме них содержатся: β -пинен 3,3–7,2%; борнеол 2,6–5,1%; борнилацетат 1,1–4,0%; линалилацетат 2,1% (апрель); α -терпинеол 1,5–2,1%. Определены оптимальные сроки уборки сырья для получения качественного эфирного масла.

Ключевые слова: *Rosmarinus officinalis* L., эфирное масло, компонентный состав, 1,8-цинеол, камфора, линалоол, ГЖХ–МС.

Введение

Никитский ботанический сад (НБС) является основоположником эфиромасличного производства в Крыму и на юге России. С момента его основания в 1812 г. здесь проводится изучение и селекционное улучшение мировых эфиромасличных растений, среди которых особое место занимает розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis* L.) – вечнозеленый кустарник, в естественных условиях произрастающий в Средиземноморской области от южной Франции и Северной Африки (Алжир, Тунис) до Малой Азии. Как эфиромасличное растение розмарин широко введен в культуру в Англии, Франции, Италии [9] и в Крыму [4].

Благодаря содержанию биологически активных веществ, в том числе эфирного масла, розмарин лекарственный используется как противовоспалительное, спазмолитическое, желчегонное, мочегонное, противоязвенное и тонизирующее средство, для стимуляции пищеварения, его применяют также для повышения

умственной деятельности, укрепления памяти, при нервных расстройствах [6]. Известны его детоксицирующие и антимикробные свойства [1].

Эфирное масло розмарина является сильным антисептиком. Его применяют для ингаляций при заболеваниях верхних дыхательных путей и легких [5]. Наружно используют в составе болеутоляющих мазей при суставном ревматизме, миозите, радикулите, тромбозе, невралгии. Установлено, что эфирное масло обладает наиболее выраженным антимикробным действием в отношении *Staphylococcus aureus* и *Enterococcus faecalis*, менее выраженным – *Escherichia coli* и *Candida albicans* [7]. Имеет антиоксидантные свойства [13]. В ароматерапии рекомендуется использовать розмариновое масло в качестве стимулирующего средства при усталости, апатии, нарушениях памяти, а также в качестве обезболивающего при ревматических и артральных болях [12]. Эфирное масло розмарина применяют в парфюмерии, благодаря своему возбуждающему и освежающему действию, оно является главной составной частью одеколонов и венгерской воды [8, 9, 12].

Главными производителями эфирного масла розмарина в настоящее время являются Испания и Тунис. Объем мирового производства варьирует в пределах 100–350 т в год. В США в 70-е годы XX века расход розмаринового масла составлял 25 т в год. В СССР в промышленных масштабах выращивался только на Южном берегу Крыма (ЮБК) в пос. Наташино (Алуштинский эфирномасличный совхоз–завод). Посадки розмарина занимали меньше 10 га. Выработка масла составляла около 300 кг в год [4, 12].

Многолетние селекционные испытания, проводимые в НБС, позволили создать высокомасличный, адаптированный к условиям Южного берега Крыма (ЮБК), зимостойкий, не поражающийся болезнями сорт розмарина лекарственного Горизонт. В эфирном масле, локализованном в листьях и чашечках цветка, идентифицировано 9 основных компонентов; камфора (22,2–25,8%), 1,8–цинеол (16,4–18,9%), α -пинен (11,9%). Эфирное масло относится к цинеольно–камфорному (испанскому) хемотипу, соответствует Международным стандартам, характеризуется тонким, мягким ароматом [11].

В качестве сырья используются цветущие молодые побеги (однолетний прирост) в фазе цветения. Массовая доля эфирного масла в сырье составляет 0,7–0,8%. Урожайность 3–х летних растений – 40 ц/га, 5–летних – до 80 ц/га. Сбор эфирного масла у 3–летних растений – 28–32 кг/га в зависимости от времени уборки, за сезон составляет 60 кг/га. У 5–ти летних растений – 56–64 кг/га соответственно, за сезон – до 120 кг/га. В условиях ЮБК плантация может эксплуатироваться не менее 20 лет [11].

В большинстве стран, где культивируют розмарин, сырье перерабатывают на протяжении весны и лета, производя уборку до 3 раз в год. Во Франции, Италии урожай собирают только в период цветения [4, 9]. В условиях ЮБК цветение розмарина наблюдается дважды: весной и осенью. Первое цветение начинается во второй половине февраля и продолжается до середины мая, в апреле отмечается массовое цветение. Повторное цветение наблюдается со второй половины сентября по ноябрь, массовое цветение – в октябре, что делает возможным сбор сырья и получение эфирного масла два раза за вегетационный период – в мае и октябре. Это позволит оптимизировать производственный процесс получения эфирных масел, так как основные эфирносы

Крыма, лаванда и шалфей мускатный, достигают технологической спелости (а соответственно и происходит сбор сырья) в июле.

Целью исследований было изучение динамики накопления и компонентного состава эфирного масла *Rosmarinus officinalis* сорта Горизонт для обоснования оптимальных сроков уборки сырья и получения качественного эфирного масла.

Объекты и методы исследования

Объектом исследований были взяты трехлетние растения *Rosmarinus officinalis* сорта селекции Никитского ботанического сада. Исследования проводили в вегетационный период 2016 г. по общепринятым методикам [3].

Массовую долю эфирного масла определяли методом гидродистилляции на аппаратах Гинзберга из свежесобранного сырья с апреля по октябрь. Компонентный состав эфирного масла исследовали методом хроматомасс-спектрометрии на аналитическом комплексе "Clarus 600M" фирмы "PerkinElmer" (ГХ капиллярная колонка "EliteWax" – 60 м x 0,32 мм x 0,5 мк; газ-носитель гелий – 1 мл/мин, объем пробы – 0,5 мкл, деление потока 1/50; температурный режим: 60°C – 5 минут, 3°/мин до 195°C, изотерма 15 минут; детекторы ПИ и МС (одновременно); режим МС: E⁺ 70 эВ, t⁰ интерфейса – 210°C, t⁰ источника – 180°C). Строение компонентов эфирного масла определяли по данным масс-спектрометрического детектора с обработкой масс-спектров всех соединений поисковой системой "NIST/ERA/NIH, ver. 2–2005", а окончательные результаты по библиотеке RI, разработанной ранее на кафедре физической и органической химии РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева на основе метода эллипсоидного распределения n-алканов в режиме произвольного программирования температуры анализа [2].

По данным метеостанции НБС вегетационный период 2016 г. характеризовался повышенными среднемесячными температурами на 2–3⁰С по сравнению со средними, меньшим количеством осадков в марте–апреле (на 13 и 19 мм соответственно) и повышенным – в последующие месяцы (табл. 1).

Таблица 1.

Метеоусловия 2016 г.

Месяц	Температура				Количество осадков, мм		Влажность воздуха, %	Продолжительность солнечного сияния, часы	
	ср.	норма	макс.	мин.	сумма	норма	средняя	сумма	норма
Март	7,6	5,3	21,4	-1,9	37,1	50	73	144	145
Апрель	12,4	10,5	25,0	3,9	18,6	38	67	259	184
Май	15,8	15,4	25,1	8,6	38,1	33	63	271	242
Июнь	22,6	19,9	35,6	12,0	94,5	42	63	309	296
Июль	24,8	22,8	33,4	17,6	57,7	31	57	321	331
Август	25,8	22,6	34,2	16,2	80,5	31	61	298	312
Сентябрь	19,9	18,4	29,4	11,1	4,5	51	56	267	250
Октябрь	12,0	13,0	22,6	2,6	51,1	37	71	174	184

Результаты и обсуждение

Изучение динамики накопления ЭМ позволило выяснить, что массовая доля ЭМ изменяется в течении вегетации. В период массового цветения (апрель, октябрь) она выше, чем в зеленой массе, в начале и конце цветения, и составляет 0,67–0,80% от сырой массы (1,92–1,83 от абсолютно сухой) у белоцветковой формы. В летние месяцы наблюдается снижение массовой доли ЭМ в среднем на 40%.

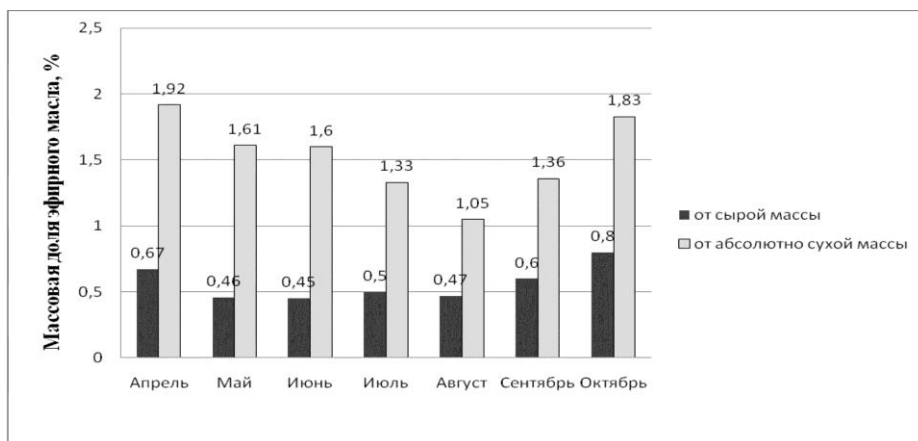


Рис. 1. Динамика накопления ЭМ *Rosmarinus officinalis* сорта селекции Никитского ботанического сада.

Таким образом, максимальное количество эфирного масла в условиях ЮБК накапливается в период массового цветения (апрель, вторая половина сентября – октябрь) [10].

В течение онтогенеза методом ГЖХ–МС определялся компонентный состав эфирного масла розмарина. У белоцветковой формы изучали изменение содержания в ЭМ 53-х компонентов, из которых 51 идентифицирован (массовая доля остальных компонентов ЭМ не достигает 0,01%) (рис. 2). Основные компоненты масла: α -пинен, 1,8-цинеол, камфора, линалоол (апрель). Кроме них содержатся: β -пинен, борнеол, борнилацетат, линалилацетат, (апрель); α -терпиниол и др. (рис. 2, табл. 2).

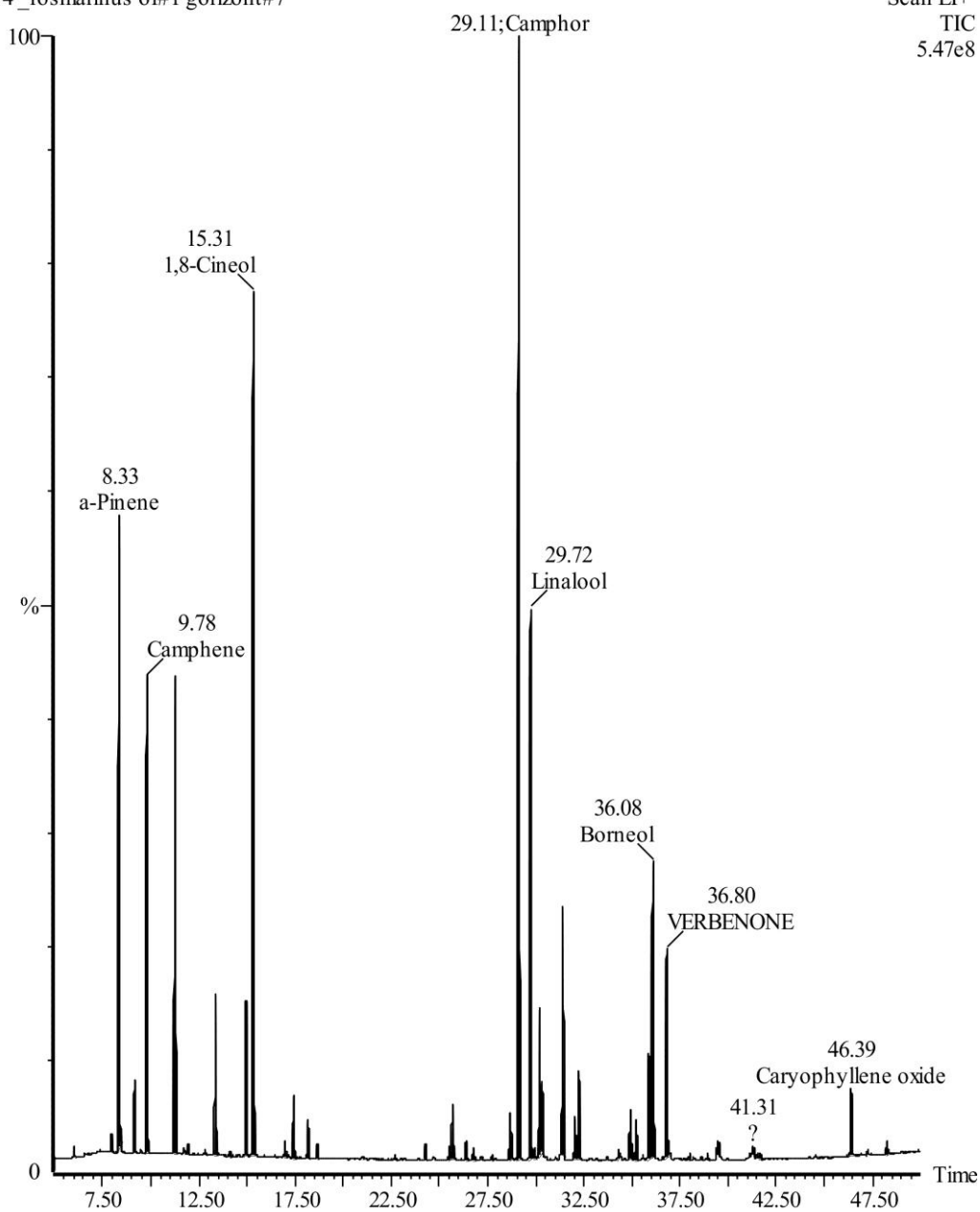


Рис. 2. Хроматограмма эфирного масла Розмарина

Таблица 2

Динамика компонентного состава эфирного масла *Rosmarinus officinalis* L.

Наименование компонентов	Индекс удерживания	Массовая доля компонентов, %			НСР ₀₅	НСР ₀₅ %
		12.04.16 цветение	15.07.16 вегетация	15.09.16 повторн. цветен.		
1	3	4	5	6	7	8
Трициклен	1022	0,21	0,18	0,18	0,02	10,5
α-Пинен	1036	8,34	11,86	11,99	0,32	11,3
α-Туйен	1040	<0,01	0,04	0,05	0,01	30,0
Камфен	1082	7,02	6,49	6,36	0,09	1,35
β-Пинен	1123	7,24	3,72	3,35	0,07	15
Сабинен	1136	0,07	0,04	0,02	0,01	23,1
2,6-Диметил-1,3,5,7- октатетраен	1142	0,13	0,22	0,06	0,02	14,6
Δ ³ -Карен	1163	0,04	0,06	0,06	0,01	18,1
Мирцен	1176	2,23	4,92	1,72	0,06	2,0
α-Фелландрен	1180	0,04	0,07	0,47	0,03	15,5
Изотерпинолен	1195	0,08	0,21	0,24	0,02	11,3
D-Лимонен	1214	2,32	3,17	3,04	0,09	3,2
1,8-цинеол	1223	14,17	22,99	20,14	0,93	4,8
γ-терпинен	1262	0,23	0,55	0,48	0,04	9,5
Октанон-3	1272	0,95	1,68	3,48	0,05	2,5
п-Цимол	1289	0,58	0,50	0,59	0,04	7,2
Терпинолен	1300	0,22	0,62	0,49	0,04	9,0
Октен-1-ол-3 ацетат	1392	0,05	<0,01	<0,01	–	–
Октанол-3	1411	0,03	0,03	0,56	0,02	9,9
Гексил изобутитат	1429	0,21	<0,01	<0,01	–	–
цис-Линалоол оксид	1459	0,22	<0,01	<0,01	–	–
Октен-1-ол-3	1462	0,98	1,70	0,85	0,03	2,2
транс-Сабинен гидрат	1479	0,30	0,18	0,25	0,02	8,2
транс-Линалол оксид	1488	0,20	<0,01	<0,01	–	–
Не идентифицирован	1512	0,06	0,02	0,03	0,01	27,3
Хризантенон	1535	0,83	0,54	0,43	0,04	6,7
Камфора	1545	20,03	18,92	32,57	1,10	4,6
Линалоол	1560	8,24	0,95	1,03	0,09	2,6
цис-Сабинен гидрат	1565	0,16	0,10	0,16	0,02	14,2
Линалил ацетат	1573	2,13	<0,01	<0,01	–	–
транс-Пинакамфон	1575	1,15	0,85	0,28	0,03	3,9
изо-Пулегол	1584	следы	0,08	0,17	0,02	16,0
Пинакарвон	1593	следы	0,14	0,04	0,02	22,2
Борнил ацетат	1603	4,05	2,51	1,14	0,05	1,9
β-Кариофиллен	1619	0,67	0,54	0,38	0,05	9,4
Терпинен-4-ол	1624	1,47	1,10	0,80	0,06	5,3

Продолжение таблицы 2

Хризантемил ацетат	1677	0,11	0,10	0,08	0,03	31,0
α -Кариофиллен	1693	0,85	0,76	0,54	0,04	5,6
Туйен-2-ол-3	1701	0,69	0,36	0,17	0,06	14,7
Цитраль	1708	0,02	0,01	0,07	0,01	30,0
α -Терпинеол	1719	1,67	2,07	1,53	0,10	5,7
Борнеол	1724	5,10	2,62	2,83	0,11	3,1
Вербенон	1743	3,75	6,55	1,95	0,14	3,4
Цитронеллол	1782	следы	0,10	0,04	0,03	42,9
Камфен-6-ол (В)	1802	0,08	0,04	следы	0,03	50,0
Камфол	1809	0,10	0,10	следв	0,02	20,0
Муртенол	1818	0,24	0,35	0,11	0,05	21,4
Не идентифицирован	1869	0,10	0,07	0,04	0,03	42,9
γ -Цимен-8-ол	1875	0,02	0,03	следы	–	–
Изопиперитон	1879	0,08	0,04	следы	–	–
Кариофиллен оксид	2020	1,19	0,17	0,11	0,03	6,1
α -Бизаболен оксид	2079	0,22	0,05	0,03	0,02	20,0
Не идентифицирован	2387	0,09	0,07	<0,01	–	–

Содержание отдельных компонентов в ЭМ на различных этапах развития растений меняется (табл. 2). Так, в случае терпеновых углеводов, их содержание в масле почти остается постоянным (28–33%), несколько увеличиваясь в период летней вегетации (примерно на 10%), но в их составе в период первого массового цветения наблюдается значительно более высокое содержание β -пинена (в два раза по сравнению с периодом летней вегетации и осеннего цветения) и несколько более высокое камфена. В летний период среди углеводов наблюдается усиление биосинтеза мирцена, γ -терпинена, терпинолена более чем в два раза, а также D-лимонена и α -пинена. В период повторного цветения состав углеводов близок к его составу периода летней вегетации. Исключение представляет мирцен, содержание которого в летний период выше в два раза, чем во время первого цветения и в три раза, чем при повторном цветении.

Содержание спиртов и их ацетатов в ЭМ изменяется от 11 до 2,5%, резко падая после первого цветения в основном за счет линалоола (с 7 до 1%), его ацетата, борнил ацетата и др.

Кетоны представляют одну из основных групп терпеноидов ЭМ розмарина. Это, прежде всего, камфора с камфановым углеродным скелетом (I) (20–33%) и небольшое количество кетонов с пинановым скелетом (II) – вербенон (3,8–1,9%), пинакамфон (1,1–0,3%), хризантенон (0,8–0,4%) (рис. 3). Содержание камфоры при первом цветении и летней вегетации остается постоянным в пределах 19–20%, а при повторном цветении увеличивается на 70%.

Следовательно, после окончания весеннего цветения, в гормональном балансе ферментативного комплекса превращения терпеноидов усиливается доминанта 1–8 циклизации и окисления по второму атому углерода с образованием камфоры, и падает активность процессов 2–8 циклизации с последующим окислением по 3-му или 6-му углеродному атому с образованием соответствующих продуктов (рис. 3). В фазах цветения в ферментативной группе

оксидаз снижается активность оксидаз, определяющих 1–8 гетероциклизацию (O), то есть образование 1,8–цинеола.

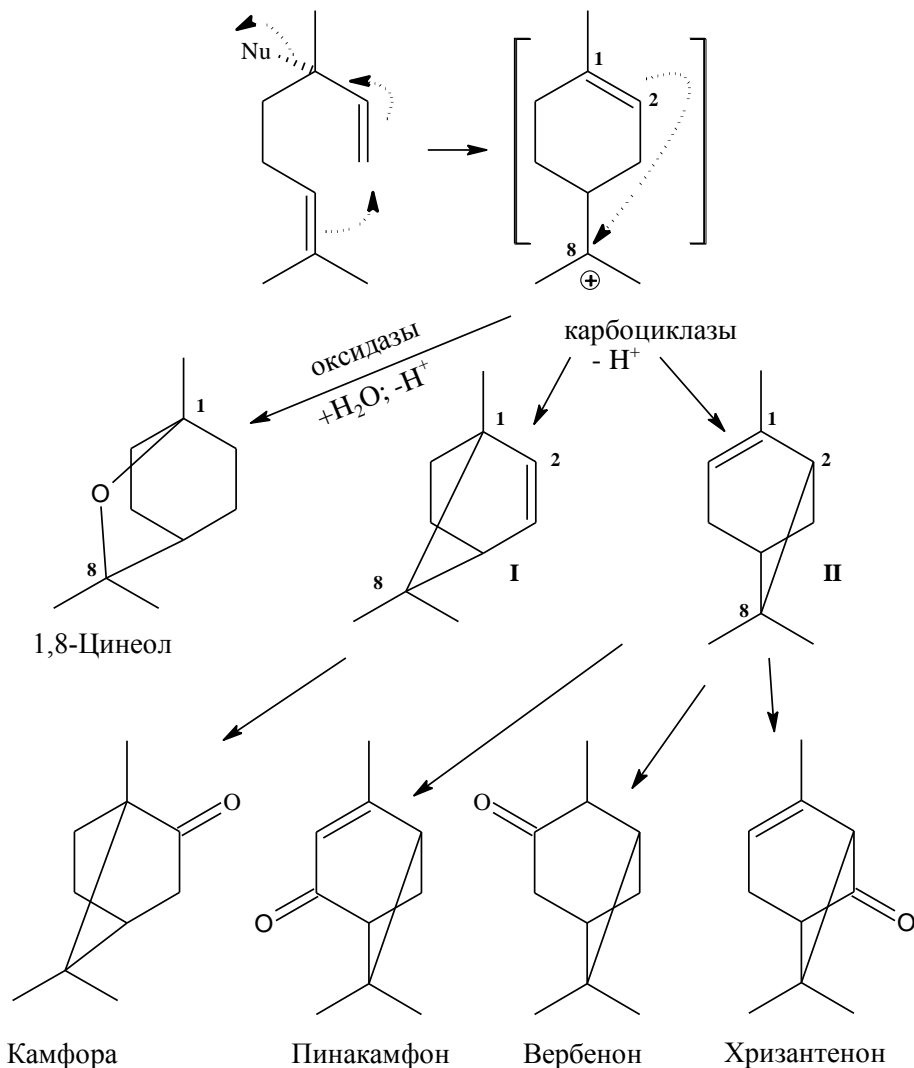


Рис. 3. Гипотетическая схема образования бициклических кетонов и 1,8–цинеола

Проведенные исследования показывают, что в зависимости от сроков уборки розмарина сорта Горизонт можно получать ЭМ разного качественного состава. При весеннем сроке уборки из сырья получают ЭМ с более высоким парфюмерным качеством, так как в нем присутствуют кроме α-пинена, 1,8-цинеола и камфоры, определяющих хвойно-камфорный аромат ЭМ розмарина, большее количество линалоола, линалилацетата, борнеол, борнил ацетата и других компонентов, придающих ЭМ цветочные ноты. Для сравнения, французское

розмариновое масло наилучшего качества получают в марте – апреле во время цветения. Выход эфирного масла 0,4–0,5 % от сырой массы. Основные компоненты эфирного масла: 1,8–цинеол 17,3 %; камфора 17,0; борнеол 17–19; изоалантолактон 10; борнилацетат 2–7; δ -терпинеол 2; камфен 8; β -пинен 2 [10]. Эфирное масло, полученное осенью, отличается более высоким содержанием камфоры до 32,57% и может быть пригодно для использования в медицине. Таким образом, исследования показали, что существенных изменений, влияющих на качество ЭМ, в течение вегетации не происходит, уборку сырья для получения ЭМ можно производить и летом, но сбор его будет в среднем в 2 раза ниже, чем в весенне–осенний период.

Выводы

Оптимальные сроки уборки сырья для получения ЭМ розмарина сорта Горизонт на ЮБК – период массового цветения: апрель, вторая половина сентября, октябрь. Весенние сроки уборки сырья дают возможность получать ЭМ парфюмерного направления: хвойно–камфорного с цветочными нотами, основные компоненты: α - и β -пинены (в сумме до 15,6%), 1,8–цинеол 14,2%, камфора 20,0%, линалоол 8,2%, сложные эфиры 6,2%. При уборке в сентябре повышается массовая доля камфоры до 32,6% и снижается массовая доля линалоола и сложных эфиров до 1%.

Работа выполнена в соответствии с Договором о научном сотрудничестве № 51–н от 25.11. 2016 г. между РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева и ФГБУН "Никитский ботанический сад – ННЦ РАН".

Библиографический список

1. *Бутенко И.Г., Гмарченко С.В., Жемеров Е.Г., Ечкенко О.М., Куликов Г.В.* Фармацевтические свойства настойки розмарина лекарственного. // Четверта міжнародна конф. з медичної ботаніки. Тези доповідей. Київ, 1997, С. 433.
2. *Дмитриев Л.Б., Дмитриева В.Л.* Изучение состава эфирных масел эфиромасличных растений Нечерноземной зоны России // Изв. ТСХА, 2011, Вып. 3, С.106–119.
3. *Исиков В.П., Работягов В.Д., Хлыпенко Л.А., Логвиненко И.Е., Логвиненко Л.А., Кутько С.П., Бакова Н.Н., Марко Н.В.* Интродукция и селекция ароматических и лекарственных культур. Методологические и методические аспекты. // Ялта, изд. НБС–ННЦ, 2009, 110 с.
4. *Машанов В.И., Андреева Н.Ф., Машанова Н.С., Логвиненко И.Е.* Новые эфиромасличные культуры. // Симферополь: Таврия, 1988, 160 с.
5. *Останчук И.Ф.* Фитотерапия заболеваний почек и мочевыводящих путей // Киев: Украинская Советская Энциклопедия, 1991, 32 с.
6. *Работягов В.Д., Ушкаренко В.А., Федорчук М.И.* Эфиромасличные и пряно–ароматические растения в народной медицине. // Херсон: Айлант, 1998, 78 с.

7. Тохсырова З.М., Никитина А.С., Попова О.И. Изучение антимикробного действия эфирного масла из побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L., Lamiaceae) // Фармация и фармакология. 2016, Т. 4. №1 (14). С. 66–71.

8. Физико–химические показатели эфирного масла розмарина различного происхождения (*Rosmarinus officinalis*) // www.vesex.ru

9. Флора СССР. Т. XX, С. 70–71.

10. Хлыпенко Л.А., Феськов С.А., Шевчук О.М., Дмитриев Л.Б., Марко Н.В. Перспективы использования *Rosmarinus officinalis* L. как пряность на южном берегу Крыма // Труды Кубанского государственного университета. 2017. Вып. 4(67), С. 279–184.

11. Хлыпенко Л.А., Шевчук О.М., Бакова Н.Н., Феськов С.А. О качестве эфирного масла *Rosmarinus officinalis* L., произрастающего на Южном берегу Крыма // Труды Никитского ботанического сада. 2015. Вып. 141, С. 123–131.

12. Эфирное масло розмарина: <http://www.magicaltouch.ru/page/stati/katalog-efirnykh-masel/rozmarin/>

13. Bozin B, Mlmica–Dukic N, Samojlik I, Jovin E. Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis* L. and *Salvia officinalis* L., Lamiaceae) essential oils // J. Agric. FoodChem., 2007, V. 55, P. 7879–7885.

ACCUMULATION DYNAMICS AND COMPONENT COMPOSITION OF THE ESSENTIAL OIL OF *ROSMARINUS OFFICINALIS* L. GROWING ON THE CRIMEA SOUTHERN COAST

S.L. BELOPUKHOV¹, L.A. KHLYPENKO², S.A. FESKOV², O.M. SHEVCHUK²,
L.B. DMITRIEV¹, V.L. DMITRIEVA¹

(¹ Russian Timiryazev State Agrarian University; ² Federal Scientific Research Institution "Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Centre under the Russian Academy of Sciences")

*The paper presents data on the accumulation dynamics and composition of essential oil (EO) varieties of *Rosmarinus officinalis* L. of the Nikitsky Botanical Garden selection horizon. In conditions of the Crimea Southern Coast rosemary flowers twice a year: in spring and autumn. The first flowering starts during the second half of February and lasts until mid–May, its blossom peak being observed in April. The oil content accounts for 0,67–0,80% of wet weight. Reflowering takes place since the second half of September till November, the peak blossom is observed in October. In the ontogenesis phase, the rosemary EO composition has been detected by means of GLC–MS (gas–liquid chromatography – mass spectrometry) methods. The authors have studied the changes of the EO content in 53 components of the white–flower form, 51 of which have been identified (the fraction of remaining EO components does not reach 0.01%). The main EO components are the following: α –pinene –12.0 8.3%; –1.8 cineol –22.9 14.2%; gel –32.6 18.9%; linalool – 8.2% (April). Also, the oil contains: β –pinene –7.2 3.3%; borneol –5.1 2.6%; bornilacetat – 4.0 1.1%; linalyl acetate 2.1% (April); α –terpineol –2.1 1.5%. The authors have identified an optimum time period for harvesting raw material to obtain a quality essential oil.*

Key words: *Rosmarinus officinalis L.*, essential oil, composition, 1,8-cineol, camphor, linalool, GLC – MS method.

References

1. *Butenko I.G., Gmarchenko S.V., Zhemerov Ye.G., Yechkenko O.M., Kulikov G.V.* Farmatsevticheskiye svoystva nastoyki rozmarina lekarstvennogo [Pharmaceutical properties of the tincture of medicinal rosemary]. // Chetverta mizhnarodnakonf. z medichnoïbotaniki. Tezi. dopovidey. Kiïv, 1997. P. 433.
2. *Dmitriyev L.B., Dmitriyeva V.L.* Izucheniye sostava efirnykh masel efiromaslichnykh rasteniy Nechernozëmnoy zony Rossii [The study of the essential oil composition of oil plants of the Non-Chernozem Zone of Russia] // *Izv. TSKhA.* – 2011. – Issue 3. P. 106–119.
3. *Isikov V.P., Rabotyagov V.D., Khlypenko L.A., Logvinenko I.Ye., Logvinenko L.A., Kut'ko S.P., Bakova N.N., Marko N.V.* Introduktsiya i selektsiya aromatcheskikh i lekarstvennykh kul'tur. Metodologicheskiye i metodicheskiye aspekty [Introduction and selection of aromatic and medicinal crops. Methodical and methodological aspects]. // *Yalta, izd. NBS–NNTS*, 2009. 110 p.
4. *Mashanov V.I., Andreyeva N.F., Mashanova N.S., Logvinenko I.Ye.* Novyye efiromaslichnyye kul'tury [New essential oil plants]. – Simferopol': Tavriya, 1988. 160 p.
5. *Ostapchuk I.F.* Fitoterapiya zabolevaniy pochek i mochevyvodyashchikh putey [Phytotherapy of kidney and urinary tract diseases] // *Kiyev: Ukrainskaya Sovetskaya Entsiklopediya*, 1991. 32 p.
6. *Rabotyagov V.D., Ushkarenko V.A., Fedorchuk M.I.* Efiromaslichnyye i pryanoaromatcheskiye rasteniya v narodnoy meditsine [Ethereal and spicy–aromatic plants in ethnomedicine]. – Kherson: Aylant, 1998. 78 p.
7. *Tokhsyrova Z.M., Nikitina A.S., Popova O.I.* Izucheniye antimikrobnogo deystviya efirnogo masla iz pobegov rozmarina lekarstvennogo (*Rosmarinus officinalis L.*, Lamiaceae) [Study of the antimicrobial effect of essential oil from the shoots of rosemary officinalis (*Rosmarinus officinalis L.*, Lamiaceae)] // *Farmatsiya i farmakologiya.* – Vol.4, No. 1 (14). – 2016. P.66–71.
8. *Flora SSSR [Flora of the USSR].* Vol. XX. P.70–71.
9. Fiziko–khimicheskiye pokazateli efirnogo masla rozmarina razlichnogo proiskhozhdeniya (*Rosmarinus officinalis*) [Physicochemical characteristics of essential rosemary oil of different origin (*Rosmarinus officinalis*)] // www.vesex.ru
10. *Khlypenko L.A., Fes'kov S.A., Shevchuk O.M., Dmitriyev L.B., Marko N.V.* Perspektivy ispol'zovaniya *Rosmarinus officinalis L.* kak pryanoost' na yuzhnom beregu Kryma [Prospects of using *Rosmarinus officinalis L.* as a spice on the Southern coast of the Crimea] // *Trudy Kubanskogo gosudarstvennogo universiteta.* 2017. Issue 4(67), P. 279–184.
11. *Khlypenko L.A., Shevchuk O.M., Bakova N.N., Fes'kov S.A.* O kachestve efirnogo masla *Rosmarinus officinalis L.*, proizrastayushchego na Yuzhnom beregu Kryma [On the quality of essential oil of *Rosmarinus officinalis L.* growing on the Southern coast of the Crimea] // *Trudy Nikitskogo botanicheskogo sada.* 2015. Issue 141, P. 123–131.
12. Efirnoye maslo rozmarina [Essential oil of rosemary]: <http://www.magicaltouch.ru/page/stati/katalog-efirnykh-masel/rozmarin/>

13. *Bozin B, Mmica–Dukic N, Samojlik I, Jovin E.* Antimicrobial and antioxidant properties of rosemary and sage (*Rosmarinus officinalis L.* and *Salvia officinalis L.*, Lamiaceae) essential oils. *J. Agric. FoodChem.*, 55.2007/ 7879–7885.

Белопухов Сергей Леонидович – д. с.-х. н., к. х. н., проф., проректор по науке и инновационному развитию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: sbelopuhov@rgau-msha.ru).

Хлыпенко Людмила Анатольевна – к. с.-х. н., ст. науч. сотр. лаборатории ароматических и лекарственных растений ФГБУН "Никитский ботанический сад – ННЦ РАН (298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский ботанический сад; тел.: 8 (3654) 33–55–30).

Феськов Сергей Александрович – мл. науч. сотр. лаборатории ароматических и лекарственных растений ФГБУН "Никитский ботанический сад – ННЦ РАН" (298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский ботанический сад; тел.: 8 (3654) 33–55–30).

Шевчук Оксана Михайловна – д. б. н., зав. лабораторией ароматических и лекарственных растений ФГБУН "Никитский ботанический сад – ННЦ РАН" (298648, Республика Крым, г. Ялта, пгт Никита, Никитский ботанический сад; e-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru).

Дмитриев Лев Борисович – к. х. н., проф. кафедры химии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49; e-mail: dmitrievlevb@mail.ru).

Дмитриева Валерия Львовна – зав. лабораторией каф. химии РГАУ–МСХА имени К.А. Тимирязева (127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, 49).

Sergey L. Belopukhov – DSc (Ag), PhD (Chem), Professor, Vice–Rector for Science and Innovative Development, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; e-mail: sbelopuhov@rgau-msha.ru).

Lyudmila A. Khlypenko – PhD (Ag), Senior Researcher, Laboratory of Aromatic and Medicinal Plants, Federal Scientific Research Institution "Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Centre under the Russian Academy of Sciences" (298648, the Republic of Crimea, Yalta, Nikita village; 8 (3654) 33–55–30).

Sergey A. Fes'kov – Junior Researcher, Laboratory of Aromatic and Medicinal Plants, Federal Scientific Research Institution "Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Centre under the Russian Academy of Sciences" (298648, the Republic of Crimea, Yalta, Nikita village; 8 (3654) 33–55–30).

Oksana M. Shevchuk – DSc (Bio), Head of the Laboratory of Aromatic and Medicinal Plants, ²Federal Scientific Research Institution "Nikitsky Botanical Garden – National Scientific Centre under the Russian Academy of Sciences". (298648, the Republic of Crimea, Yalta, Nikita village; e-mail: oksana_shevchuk1970@mail.ru).

Lev B. Dmitriev – PhD (Chem), Professor of the Department of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49; e-mail: dmitrievlevb@mail.ru).

Valeria L. Dmitrieva – Laboratory Head, the Department of Chemistry, Russian Timiryazev State Agrarian University (127550, Moscow, Timiryazevskaya Str., 49).