

УДК 547.913:543.544.32

Н. А. Коваленко, доцент (БГТУ); Г. Н. Супиченко, ассистент (БГТУ); В. Н. Леонтьев, зав. кафедрой (БГТУ); А. Г. Шутова, ст. науч. сотрудник (ЦБС НАН Беларуси); А. И. Кулинчик, студентка (БГТУ)

### КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА *SALVIA OFFICINALIS* L. ИЗ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Методом газожидкостной хроматографии изучен компонентный состав эфирного масла *Salvia officinalis* L. из растительного сырья Республики Беларусь. В образцах эфирного масла из соцветий и листьев *Salvia officinalis* L. идентифицировано более 30 компонентов, главными из которых являются  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйоны, 1,8-цинеол, линалоол + линалилацетат, камфора, лимонен,  $\alpha$ -пинен, камфен, борнил-ацетат,  $\alpha$ -гумулен. Установлены существенные изменения качественного и количественного состава эфирного масла от фазы онтогенеза, способа подготовки фитомассы и длительности хранения.

The essential oil of *Salvia officinalis* L. grown in Republic of Belarus was analyzed by means of GLC. More than 30 compounds were identified in essential oil from flowers and leaves of *Salvia officinalis* L. The representative and characteristic components were  $\alpha$ -thujone,  $\beta$ -thujone, 1,8-cineole, linalool + linalyl acetate, camphor, limonene,  $\alpha$ -pinene, camphene, bornyl acetate,  $\alpha$ -humulene. Significant percentage variations in the main compound classes of the essential oils were recorded.

**Введение.** Род Шалфей (*Salvia* L.) – крупнейший в семействе *Lamiaceae*, насчитывает свыше 900 видов. Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) известен как источник эфирного масла промышленного значения [1, 2].

Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) – лекарственное растение, культивируемое в Крыму, Украине, на Северном Кавказе и в Молдавии. Используется как вяжущее, бактерицидное и противовоспалительное средство в форме настоя, в составе грудных сборов, а также для получения препарата «Сальвин», употребляемого при воспалительных заболеваниях слизистой ротовой полости. Лечебный эффект препаратов шалфея лекарственного связан с присутствием в их составе эфирного масла и дубильных веществ, причем компоненты эфирного масла считаются главными биологически активными веществами [3].

В состав эфирного масла *Salvia officinalis* L. входят несколько десятков моно- и сесквитерпеноидов. В наибольшем количестве присутствуют  $\alpha$ - и  $\beta$ -пинены, 1,8-цинеол,  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйоны, камфора, борнеол,  $\beta$ -кариофиллен [4–7].

Так, главными компонентами эфирного масла *Salvia officinalis* L. из Португалии [8] являются  $\alpha$ -пинен (4,1–5,4%), камфен (6,0–7,1%),  $\beta$ -пинен (9,3–14,5%), лимонен (2,0–2,3%), 1,8-цинеол (3,6–5,6%), (–)-туйон (13,2–16,1%), (+)-изо-туйон (6,6–7,4%), камфора (19,8–24,0%),  $\alpha$ -гумулен (5,1–6,8%) и манол (4,2–7,7%). Эфирное масло из Иордании [9] содержит 28 идентифицированных соединений. Преобладающими компонентами этого масла являются  $\alpha$ -туйон (29,9%),  $\beta$ -туйон (13,7%), камфора (15,74%) и 1,8-цинеол (12,31%). В эфирное масло из Иордании помимо перечисленных выше компонентов входят также ментол (1,6%), ментон (0,9%), тимол (1,9%). Отличительной особенностью

этого масла по сравнению с другими образцами является более высокое содержание  $\beta$ -туйона (13,7%) по отношению к  $\alpha$ -туйону (29,9%).

Биологическая активность масла шалфея лекарственного определяется совокупным действием главных компонентов и соединений, присутствующих в микроколичествах. Анализ литературных данных показывает, что компонентный состав эфирного масла *Salvia officinalis* L. достаточно изучен. Вместе с тем известно [1, 2], что качественный и количественный состав эфирных масел зависит от многих факторов, таких как различие в хемотипах и условиях произрастания растений, технологии производства и хранения растительного сырья и т. п. Поэтому выявление характерных особенностей эфирного масла шалфея лекарственного, выращенного в условиях Республики Беларусь, является актуальной задачей.

Цель настоящей работы – установление компонентного состава эфирного масла *Salvia officinalis* L. из растительного сырья Республики Беларусь.

**Основная часть.** Для получения эфирного масла использовали соцветия и листья *Salvia officinalis* L., выращенные на интродукционном участке Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС). Все растения находились в средневозрастном генеративном состоянии онтогенеза (3-й–5-й годы жизни). Из измельченного свежесобранного или высушенного растительного сырья эфирное масло получали методом гидродистилляции. Для анализа использовали растворы эфирного масла шалфея лекарственного в гексане (1,0–3,0 мас. %).

ГЖХ-анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет-800» с пламенно-ионизационным детектором с использованием стеклянной капиллярной колонки длиной 30 м (HP-5) при линейном градиенте темпера-

туры от 50 до 220°C со скоростью 3°/мин в токе газа-носителя азота. Временем удерживания несорбирующегося газа считали время выхода пика метана. В качестве реперных компонентов для расчета обобщенных индексов удерживания (GI) использовали *n*-алканы C<sub>7</sub>H<sub>16</sub> – C<sub>16</sub>H<sub>34</sub>, индексы удерживания которых принимали равными 100 · *n* (индексы Ковача). Идентификацию основных компонентов эфирного масла проводили путем сравнения рассчитанных значений GI с индексами стандартных веществ, а также с литературными данными [10, 11].

Типичная хроматограмма эфирного масла *Salvia officinalis* L. после разделения на неполярной колонке HP-5 представлена на рис. 1.

По требованиям международного стандарта [12] эфирное масло *Salvia officinalis* L. должно содержать α-пинен (1–6,5%), камфен (1–7%), лимонен (0,5–3%), 1,8-цинеол (5,5–13%), α-туйон (18–43%), β-туйон (3–8,5%), камфору (4,5–24,5%), линалоол + линалилацетат (0–1%), борнилацетат (0–2,5%), α-гумулен (0–12%).

В эфирном масле из соцветий шалфея лекарственного, выращенного в ЦБС, зарегистрировано более 30 компонентов (таблица), основными из которых являются β-пинен (GI = 980), лимонен (GI = 1033), 1,8-цинеол (GI = 1037), α- и β-туйоны (GI = 1115, 1125), камфора (GI = 1155), β-кариофиллен (GI = 1436), α-гумулен (GI = 1471) и виридифлорол (GI = 1615).

На рис. 2 представлено распределение основных компонентов эфирного масла из соцветий *Salvia officinalis* L.

Сравнение полученных нами данных с требованиями ИСО [12] показывает, что по содержанию главных компонентов эфирное масло шалфея лекарственного из коллекции ЦБС со-

ответствует международным стандартам. Качественные характеристики исследуемого масла практически по всем компонентам укладываются в интервал требуемых концентраций. Небольшие колебания в сторону меньших концентраций отмечены для камфоры. Ее содержание составляет ~ 3,5 мас. % при регламентируемом интервале 4,5–24,5%. Несколько выше в исследованных образцах концентрация 1,8-цинеола (16,3 мас. % при регламентируемом интервале концентраций 5,5–13%).

Анализ полученных результатов показывает, что на долю монотерпенов приходится ~ 15 мас. % (рис. 3, а), причем половину из них представляет β-пинен (~ 7,5 мас. %).

Отличительной особенностью исследуемого эфирного масла является преобладающее содержание кислородсодержащих монотерпенов (более 65 мас. %) по сравнению с остальными классами органических соединений (рис. 3, а). Среди монотерпеноидов в наибольшем количестве присутствуют 1,8-цинеол (~ 16 мас. %), α- и β-туйоны (~ 36 мас. %) и камфора (~ 3 мас. %).

По литературным данным [13] многие пряно-ароматические и лекарственные растения существуют в виде различных хемотипов, обладающих одинаковыми морфологическими характеристиками. Они продуцируют эфирные масла с одним и тем же набором компонентов, но различным их соотношением. Авторы [13] предложили в качестве характеристики для хемотипов *Salvia officinalis* L., применять соотношение α-/β-туйон. Показано, что это соотношение может составлять ~ 10 : 1, ~ 1,5 : 1 и ~ 1 : 10. Для исследуемых образцов из коллекции ЦБС соотношение α-/β-туйон составляет ~ 10 : 1.

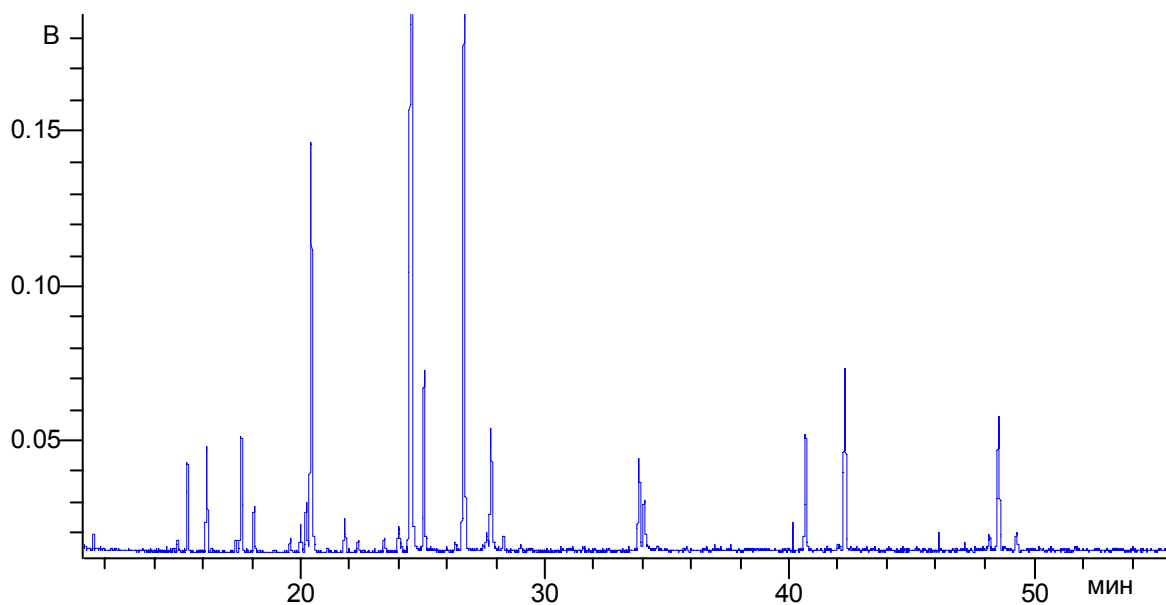


Рис. 1. Хроматограмма эфирного масла *Salvia officinalis* L. на колонке HP-5

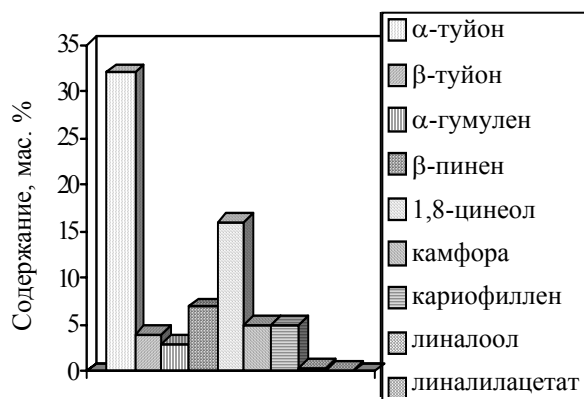


Рис. 2. Распределение основных компонентов эфирного масла из соцветий *Salvia officinalis* L.

**Компонентный состав эфирного масла *Salvia officinalis* L.**

Соединение	Значение GI	
	экспериментальное	литературное
α-Туйен	929,4	936
α-Пинен	937,4	950
Камфен	953,2	951
Сабинен	977,4	963
β-Пинен	982,1	968
Мирцен	992,3	993
α-Терпинен	1021,0	1010
n-Цимол	1028,9	1016
Лимонен	1033,2	1025
1,8-Цинеол	1037,2	1025
транс-β-Оцимен	1050,5	1030
γ-Терпинен	1063,2	1053 ± 6
транс-Сабинен гидрат	1073,6	1052
Терпинолен	1094,4	1081
Линалоол	1104,6	1093
α-Туйон	1114,7	1088
β-Туйон	1124,6	1102
1-Терпинеол	1148,3	1147 ± 20
Камфора	1154,9	1143
Терпинен-4-ол	1173,3	1168
Борнеол	1176,5	1165
Пинокамфон изомер Т	1186,2	1160
α-Терпинеол	1199,2	1178 ± 10
Ацетат транс-сабинил гидрата	1205,8	1189
Ацетат линалоола	1253,5	1238
Ацетат борнеола	1294,4	1272
Ацетат цис-карвеола	1388,1	1351
β-Кариофиллен	1436,3	1417 ± 6
α-Гумулен	1471,0	1451
Гермакрен D	1490,0	1474
Бициклогермакрен	1536,4	1490
Кариофилленоксид	1605,7	1570
Виридифлорол	1614,7	1589
Гумуленоксид	1631,6	1596 ± 6

Сесквитерпеновые углеводороды и их производные составляют в исследованном масле ~ 15 мас. % (рис. 3, а). Среди них в наибольшем количестве отмечены β-кариофиллен (~ 5 мас. %), α-гумулен (~ 3,5 мас. %) и виридифлорол (~ 6 мас. %).

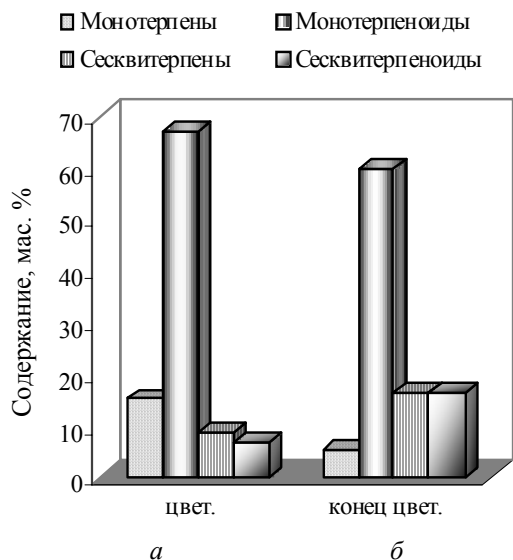


Рис. 3. Распределение основных компонентов образцов эфирного масла из соцветий *Salvia officinalis* L.

Несколько отличается по компонентному составу эфирное масло, выделенное из свежих листьев *Salvia officinalis* L. (рис. 4). В нем отмечено более высокое содержание кислородсодержащих соединений монотерпенов и пониженное содержание сесквитерпеноидов по сравнению с аналогичными образцами эфирного масла из соцветий (рис. 3, а; 4). При этом основной вклад в увеличение доли монотерпеноидов вносит α-туйон. Его количество повышается от 32 до 38,5 мас. %. Отмечено повышенное содержание камфоры в образцах из листьев (~ 13 мас. %).

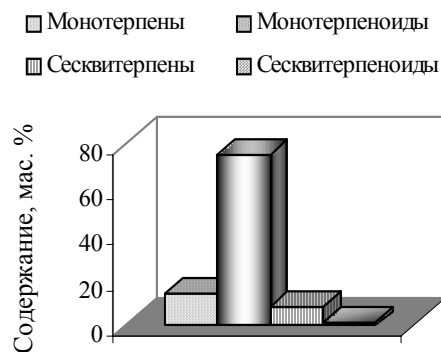


Рис. 4. Распределение основных компонентов эфирного масла из свежих листьев *Salvia officinalis* L.

С целью установления зависимости компонентного состава эфирного масла от фазы развития растений образцы соцветий *Salvia officinalis* L. были собраны во время массового цветения и конца цветения. Из данных рис. 3, а и 3, б видно, что при более позднем сборе фитомассы более чем в 2,5 раза уменьшается содержание монотерпенов. На хроматограмме эфирного масла из соцветий, собранных в конце цветения, отмечено существенное уменьшение количества  $\beta$ -пинена (~ 7 раз) и отсутствие пика, характеризующего камфен. Наблюдается также падение концентрации монотерпеноидов с ~ 67 до ~ 60 мас. %. Среди соединений этого класса наиболее резко изменяется содержание линалоола (увеличивается в ~ 2,5 раза) и линалацетата (увеличивается в ~ 11 раз). При этом заметно возрастает доля сесквитерпенов (~ в 2,0 раза) и их кислородсодержащих производных (~ в 2,4 раза). В образце из фитомассы, собранной в конце цветения, (рис. 3, б) отмечено повышенное количество  $\alpha$ -гумулена (~ в 2,5 раза), кариофиллена (~ в 1,4 раза) и виридифлорола (~ в 2,3 раза).

Аналогичные исследования по влиянию фазы развития растений на компонентный состав выделяемого из них эфирного масла были проведены для образцов из свежих листьев *Salvia officinalis* L. Заготовку растительного сырья проводили во время массового цветения, конца цветения и в то время, когда растения практически полностью отцвели. На рис. 5 показано распределение основных компонентов исследованных образцов эфирного масла по классам соединений.

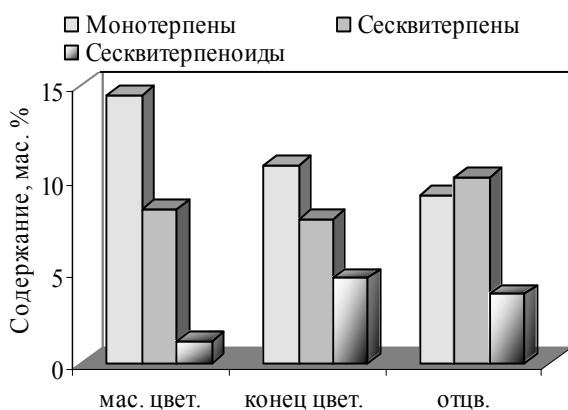


Рис. 5. Распределение основных компонентов эфирного масла из свежих листьев *Salvia officinalis* L.

Из представленных данных видно, что более поздние сроки сбора сырья приводят к падению содержания монотерпенов и заметному увеличению доли сесквитерпенов и их кислородсо-

держащих производных. На хроматограммах наблюдается снижение интенсивности пиков, относящихся к  $\alpha$ - и  $\beta$ -пиненам, камфену и лимонену. При этом в образцах, собранных в более поздние сроки, отмечено некоторое падение содержания  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйенов от 38 до 35 мас. %. Полученная зависимость компонентного состава эфирного масла от сроков сбора сырья аналогична зависимости, отмеченной выше для образцов масла из соцветий *Salvia officinalis* L.

Существенное влияние на количественный состав эфирных масел оказывает способ подготовки растительного сырья. На рис. 6 представлены данные по содержанию основных компонентов эфирного масла, полученного из сухих листьев *Salvia officinalis* L. Особенностью образцов из сухого сырья является повышение доли монотерпенов и их кислородсодержащих производных при более поздних сроках заготовки фитомассы по сравнению с образцами из свежих листьев. Из данных рис. 6 видно, что содержание монотерпенов увеличивается с 6 до 12 мас. % (т. е. в 2 раза). Содержание монотерпеноидов повышается от 70 до 77 мас. %. Следует отметить, что в образцах, собранных в более поздние сроки, зафиксировано повышенное содержание  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйенов. Их концентрация увеличилась от 38 до 42 мас. %. При этом отмечается уменьшение доли сесквитерпенов и их кислородсодержащих производных.

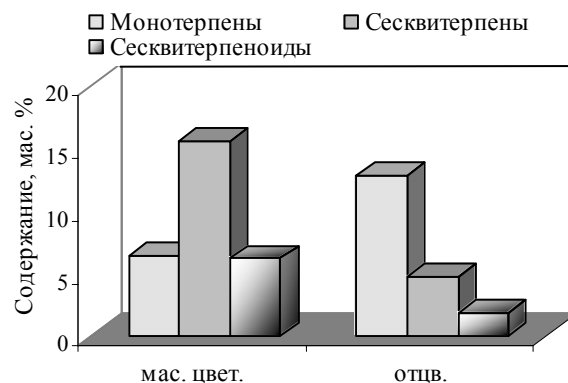


Рис. 6. Распределение основных компонентов эфирного масла из сухих листьев *Salvia officinalis* L.

Известно [14, 15], что компонентный состав эфирных масел в существенной степени зависит от длительности и условий его хранения. Для выяснения изменений качественного и количественного состава эфирного масла *Salvia officinalis* L. в процессе хранения образец масла из сухих листьев был выдержан при комнатной температуре в течение 12 мес. На рис. 7 приведено распределение основных компонентов исследуемого образца до и после хранения.

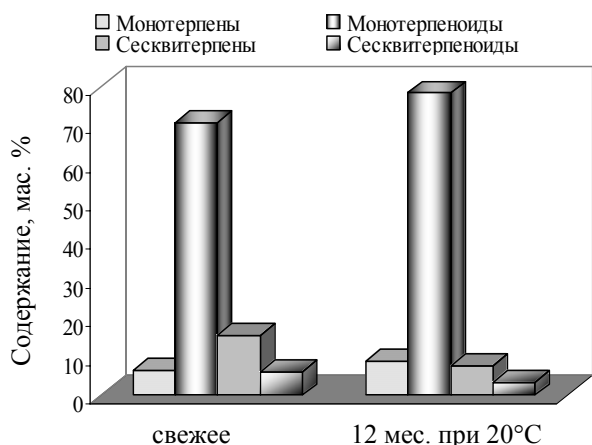


Рис. 7. Влияние хранения эфирного масла из сухих листьев *Salvia officinalis* L. на его компонентный состав

Из приведенных данных видно, что в процессе хранения растет доля монотерпеноидов на фоне заметного снижения (~ в 2 раза) концентрации сесквитерпенов. При этом на хроматограмме не отмечено заметного изменения количества монотерпенов.

**Заключение.** На основании проведенных исследований установлен компонентный состав эфирного масла *Salvia officinalis* L. из коллекции ЦБС НАН Беларуси. Показано, что главными компонентами исследованного масла являются  $\beta$ -пинен, 1,8-цинеол,  $\alpha$ - и  $\beta$ -туйоны, линалоол, линалилацетат, борнилацетат и  $\alpha$ -гумулен. Соотношение  $\alpha$ -/ $\beta$ -туйон, характеризующее хемотип *Salvia officinalis* L. из коллекции ЦБС, равно 10 : 1.

Приведены данные по влиянию фазы онтогенеза, способа подготовки растительного сырья и длительного хранения эфирного масла шалфея лекарственного на его компонентный состав.

### Литература

- [Электронный ресурс]. – Минск, 2009. – Режим доступа: <http://www.viness.narod.ru>. – Дата доступа: 20.01.2010.
- Гуринович, Л. К. Эфирные масла: химия, анализ и применение / Л. К. Гуринович, Т. В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 192 с.
- Королюк, Е. А. Состав эфирного масла двух видов рода Шалфей (*Salvia deserta schang.* и *Salvia verticillata* L.) из Алтайского края / Е. А. Королюк, В. А. Кенинг, А. В. Ткачев // Химия растительного сырья. – 2002. – Т. 38. – Вып. 1. – С. 43–48.
- Сур, С. В. Газохроматографическое определение камфоры и 1,8-цинеола в растительном

сырье и настоях шалфея / С. В. Сур // Химико-фармацевтический журнал. – 1999. – Т. 25, № 4. – С. 58–60.

5. Сур, С. В. Состав эфирных масел лекарственных растений / С. В. Сур // Растительные ресурсы. – 1993. – Т. 29. – Вып. 1. – С. 98–117.

6. Байкова, Е. В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia* L., выращенных в условиях Новосибирска / Е. В. Байкова, Е. А. Королюк, А. В. Ткачев // Химия растительных ресурсов. – 2002. – № 1. – С. 37–42.

7. Ткаченко, К. Г. Санационные свойства эфирных масел некоторых видов растений / К. Г. Ткаченко, Н. В. Казаринова, Л. М. Музыченко // Растительные ресурсы. – 1999. – Т. 35. – Вып. 3. – С. 11–23.

8. Santos-Gomes, P. C. Essential oil produced by in vitro shoots of sage (*Salvia officinalis* L.) / P. C. Santos-Gomes, M. Fernandes-Ferreira // J. Agric. Food. Chem. – 2003. – Vol. 51. – P. 2260–2266.

9. Amr, S. The investigation of the sage (*Salvia officinalis* L.) originating of Jordan / S. Amr, S. Dordevic // Facta Universitatis. – 2000. – Vol. 1, № 5. – P. 103–108.

10. Davies, N. W. Gas chromatographic retention indices of monoterpenes and sesquiterpenes on methyl silicone and Carbowax 20M phases / N. W. Davies // J. Chromatography. – 1990. – Vol. 503. – P. 1–24.

11. Зенкевич, И. Г. Аналитические параметры компонентов эфирных масел для хроматографической и хромато-масс-спектрометрической идентификации. Моно- и сесквитерпеновые углеводороды / И. Г. Зенкевич // Растительные ресурсы. – 1996. – Т. 32. – Вып. 1–2. – С. 48–58.

12. ISO 9909:1997 (E) Oil of Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.). [Электронный ресурс]. – 2009. – Режим доступа: <http://www.iso.org/>. – Дата доступа: 20.01.2010.

13. Perry, N. B. Essential oils from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): variation among individuals, plant parts, seasons and sites / N. B. Perry, R. E. Anderson, N. J. Brennan // J. Agric. Food. Chem. – 1999. – Vol. 47, № 15. – P. 2048–2054.

14. Изменение состава эфирного масла при разных сроках хранения сырья / А. В. Ткачев [и др.] // Химия растительного сырья. – 2002. – № 1. – С. 19–30.

15. Изменение состава эфирного масла майорана в процессе хранения / Т. А. Мишарина [и др.] // Прикладная биохимия и микробиология. – 2003. – Т. 39, № 3 – С. 353–358.

Поступила 26.03.2010