

ДИНАМИКА НАКОПЛЕНИЯ И КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНЫХ МАСЕЛ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *SALVIA* L.

Н.А. Коваленко, Г.Н. Супиченко, В.Н. Леонтьев, А.Г. Шутова*, Е.В. Спиридович*,
Л.В. Кухарева*

Белорусский государственный технологический университет, Минск, Республика Беларусь,
*ГНУ «Центральный ботанический сад НАН Беларуси», Минск, Республика Беларусь

Введение

В последние годы наблюдается существенное расширение использования эфирномасличного сырья при разработке лекарственных, косметических и пищевых продуктов, обусловленное высоким содержанием в растительном сырье биологически активных веществ.

Род Шалфей (*Salvia* L.) – крупнейший в семействе *Lamiaceae*, насчитывает свыше 900 видов. Шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) и шалфей мускатный (*Salvia sclarea* L.) известны как источники 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 [2].

Шалфей мускатный (*Salvia sclarea* L.) – лекарственное растение, культивируемое в Крыму, Украине, на Северном Кавказе, Киргизии, Молдавии, юге России [1]. Эфирное масло шалфея мускатного обладает умеренной бактерицидной активностью, проявляет антисептические, противовоспалительные, анальгетические свойства. Оказывает желчегонное, спазмолитическое, иммуномоделирующее, антиоксидантное и противоканцерогенное действия, стимулирует пищеварение. Проявляет отхаркивающее, заживляющее и успокаивающее действия. Масло шалфея мускатного повышает содержание кортикостерона в крови. Оказывает гипогликемическое действие. Помогает при ишемической болезни сердца. Оказывает вяжущее действие, что обуславливает его использование в стоматологической практике. В ароматерапии это масло рекомендуют применять для снятия сильных нервных потрясений, понижения кровяного давления и профилактики выпадения волос [1–3].

Биологическая активность эфирных масел растений рода *Salvia* обусловлена совокупным действием главных компонентов и соединений, присутствующих в микроколичествах. Анализ литературных данных показывает, что компонентный состав эфирных масел *Salvia officinalis* L. и *Salvia sclarea* L. достаточно изучен.

Вместе с тем известно [2, 4], 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 и шалфея мускатного, выращенных в условиях Республики Беларусь, является актуальной задачей.

Цель настоящей работы – установление компонентного состава эфирных масел 2 видов *Salvia* из растительного сырья, полученного в центральной агроклиматической зоне Беларуси.

Методы исследования

Исследованные образцы *Salvia officinalis* L. и *Salvia sclarea* L. были выращены на участке Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС). Все растения находились в средневозрастном генеративном состоянии онтогенеза (3-й – 5-й годы жизни). Образцы эфирного масла были выделены из свежих и сухих листьев *Salvia officinalis* L. и надземной массы *Salvia sclarea* L., собранных в различные фазы развития растений. Из измельченного растительного сырья эфирное масло получали методом гидродистилляции. Количество эфирного масла определяли волюмометрически. Выход эфирного масла рассчитывали в пересчете на абсолютно сухое вещество.

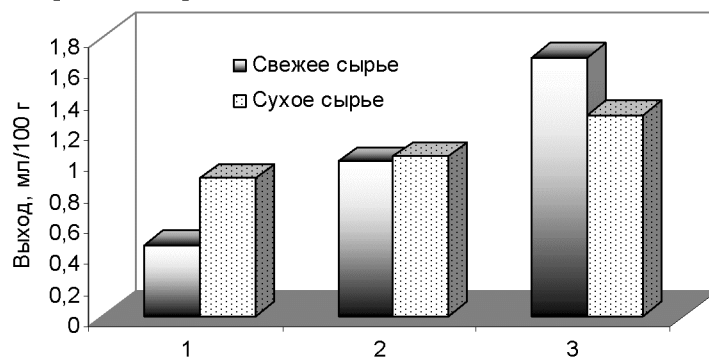
Для анализа методом газожидкостной хроматографии (ГЖХ) использовали растворы эфирных масел шалфея лекарственного и мускатного в гексане (1,0–3,0 мас.%). ГЖХ-анализ образцов эфирных масел выполнен на хроматографе «Цвет-800» с пламенно-ионизационным детектором с использованием стеклянной капиллярной колонки длиной 30 м (НР-5) при линейном градиенте температуры 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 C₇H₁₆ – C₁₆H₃₄, 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 [5, 6].

Результаты и обсуждение

С целью обеспечения экономической эффективности использования шалфея лекарственного и шалфея мускатного для получения эфирного масла в условиях Беларуси проведено изучение накопления эфирного масла в растениях *Salvia officinalis* L. и *Salvia sclarea* L. Установлено, что выход эфирного масла из *Salvia officinalis* L. составляет 0,5–1,7 мл в расчете на 100 г растительного сырья. По литературным данным [3] выход эфирного масла шалфея лекарственного находится на уровне 1,0–1,8 мл/100 г сырья, что несколько выше по сравнению с полученными нами данными. Выход эфирного масла из *Salvia sclarea* L. составляет 0,1–0,3 мл в расчете на 100 г.

Важным фактором, оказывающим влияние на выход эфирного масла, является фаза онтогенеза. По литературным данным [7–10] накопление эфирных масел в растениях значительно изменяется в течение вегетации растения, причем для различных растений динамика накопления эфирного масла неодинакова.

На рисунке 1 представлена зависимость выхода эфирного масла шалфея лекарственного от фазы развития растений.

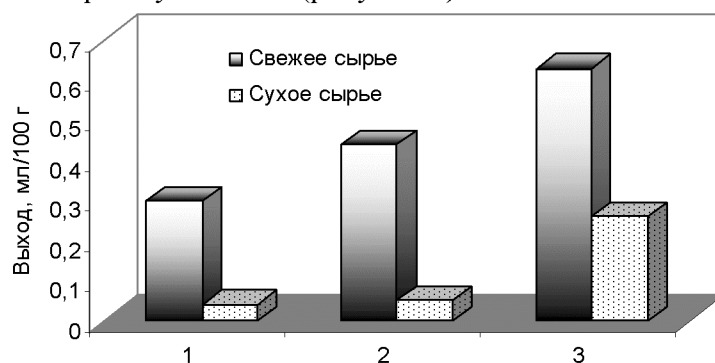


1 – цветение; 2 – окончание цветения; 3 – созревание семян

Рисунок 1 – Выход эфирного масла из листьев *Salvia officinalis* L.

В сезонном цикле развития шалфея лекарственного наблюдается выраженное повышение содержания эфирного масла при переходе от фазы цветения к фазе созревания семян, что хорошо согласуется с литературными данными [8].

Аналогичная зависимость повышения выхода эфирного масла в период созревания семян отмечена и для шалфея мускатного (рисунок 2).



1 – цветение; 2 – окончание цветения; 3 – созревание семян

Рисунок 2 – Выход эфирного масла из надземной массы *Salvia sclarea* L.

Выход эфирного масла зависит от способа подготовки растительного сырья (рисунки 1, 2). При использовании высушенной фитомассы выход эфирного масла уменьшается по сравнению со свежезаготовленным сырьем. Особенно резкое снижение выхода масла отмечено для *Salvia sclarea* L. (рисунок 2).

По требованиям международного стандарта [11] 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 шалфея лекарственного, выращенного в ЦБС, зарегистрировано более 30 компонентов, основными из которых являются α - и β -пинены, лимонен, 1,8-цинеол, α - и β -туйоны, камфора, борнеол, β -кариофиллен, α -гумулен и виридифлорол. Содержание основных компонентов эфирного масла *Salvia officinalis* L. приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Содержание основных компонентов эфирного масла *Salvia officinalis* L. в зависимости от фазы онтогенеза и способа подготовки растительного сырья

Соединение	Свежий лист		Сухой лист	
	цветение	созревание семян	цветение	созревание семян
α -пинен	2,3	1,6	1,0	2,0
β -пинен	3,5	1,7	1,4	4,5
камфен	3,0	1,8	1,2	2,5
лимонен	2,0	1,3	1,0	1,2
1,8-цинеол	12,9	10,5	10,1	14,2
α -туйон	40,2	38,4	35,1	42,0
β - туйон	4,0	5,2	4,5	4,1
камфора	14,1	14,9	13,7	10,8
борнеол	3,0	3,1	4,0	3,8
борнилацетат	1,5	1,9	1,5	1,4
β -кариофиллен	3,8	4,0	6,7	2,1
α -гумулен	4,5	5,9	8,8	2,7
виридифлорол	1,0	3,1	5,2	1,1

Сравнение полученных нами данных с требованиями ИСО [11] показывает, что по содержанию главных компонентов эфирное масло шалфея лекарственного из коллекции ЦБС соответствует международным стандартам. Количественные характеристики исследуемого масла практически по всем компонентам укладываются в интервал требуемых концентраций. Небольшие различия касаются отсутствия линалоола и линалилацетата в образце из ЦБС.

Кроме того, в исследованном образце содержатся достаточно большие концентрации борнеола (≈ 3 мас.%) и виридифлорола ($\approx 1-3$ мас.%).

На рисунке 3 представлено распределение основных компонентов эфирного масла *Salvia officinalis* L. из свежезаготовленного сырья.

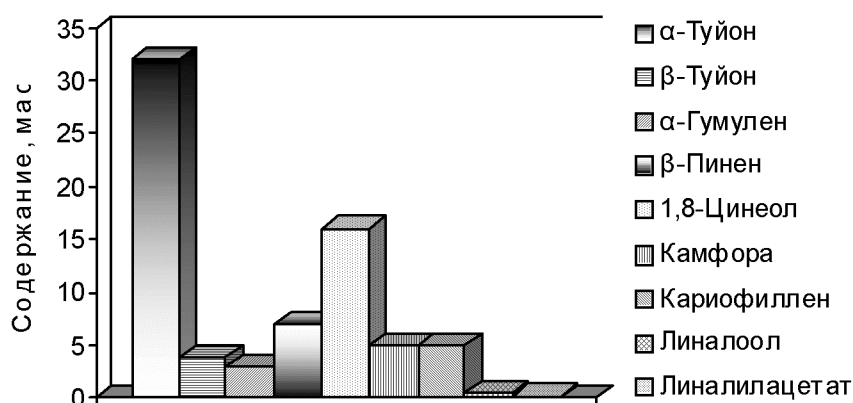


Рисунок 3 – Распределение основных компонентов эфирного масла из свежих листьев *Salvia officinalis* L.

Отличительной особенностью эфирного масла шалфея лекарственного является преобладающее содержание кислородсодержащих монотерпенов (более 65 мас.%) по сравнению с остальными классами органических соединений, что хорошо согласуется с литературными данными [6, 11–13]. Среди монотерпеноидов в наибольшем количестве присутствуют 1,8-цинеол ($\approx 9-14$ мас.%), α - и β -туйоны ($\approx 40-45$ мас.%) и камфора ($\approx 11-14$ 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. В качестве характеристики различных хемотипов *Salvia officinalis* L. обычно используют количественное соотношение α -/ β -туйон. Различными авторами показано, что это соотношение может составлять $\sim 10:1$, $\sim 1,5:1$ и $\sim 1:10$. Для исследуемых образцов из коллекции ЦБС соотношение α -/ β -туйон составляет $\sim 10:1$.

С целью установления зависимости состава эфирного масла от фазы развития растений листья шалфея лекарственного были собраны во время цветения и созревания семян. Компонентный состав эфирного масла шалфея лекарственного в зависимости от фазы онтогенеза приведен в таблице 1. Из представленных данных видно, что при более позднем сроке заготовки растительного сырья в масле заметно уменьшается содержание монотерпенов и монотерпеноидов и возрастает доля сесквитерпенов и их кислородсодержащих производных.

Существенное влияние на состав эфирного масла оказывает способ подготовки растительного сырья (таблица 1). Для образцов масла из сухих листьев отмечена обратная зависимость распределения основных компонентов от фазы онтогенеза по сравнению с образцами из свежих листьев. При более поздних сроках заготовки фитомассы в образцах из сухих листьев зафиксировано повышенное содержание монотерпенов и их кислородсодержащих производных, а также снижение доли сесквитерпенов и сесквитерпеноидов.

Состав эфирного масла *Salvia sclarea* L. заметно отличается от состава масла *Salvia officinalis* L., причем существенные отличия касаются не только относительного содержания отдельных соединений, но и набора основных компонентов. Так, в состав эфирного масла шалфея мускатного входит более 35 компонентов, главными из которых являются линалоол (≈ 25 мас.%), линалилацетат (≈ 32 мас.%), геранилацетат (≈ 5 мас.%), терпинолен ($\approx 4,5$ мас.%),

цис-сабиненгидрат ($\approx 4,5$ мас.%), α -терпинеол ($\approx 3,5$ мас.%), нерилацетат (≈ 3 мас.%), α -туйон (≈ 2 мас.%), α -терпинен ($\approx 1,7$ мас.%), лимонен ($\approx 1,5$ мас.%), борнеол (≈ 1 мас.%), гермакрен D ($\approx 1,5$ мас.%).

Полученные нами экспериментальные данные несколько различаются с данными, приведенными в литературе. Так, по [14] в эфирном масле *Salvia sclarea* L., культивируемой в Словакии, главными компонентами были линалоол (18,9%), линалилацетат (13,7%), склареол (15,7%), α -терпинеол (6,5%), гермакрен D (5,0%) и геранилацетат (4,3%). Состав эфирного масла из листьев отличался по своим количественным характеристикам. В нем отмечено высокое содержание гермакрена D (28,8%), бициклогермакрена (12,5%), спатуленола (10,1%), кариофилленоксида (6,2%) и α -копаена (6,0%).

Авторами [14–16] отмечено, что максимальное количество масла содержится в соцветиях шалфея мускатного при уборке фитомассы в конце цветения. В эфирном масле из соцветий мускатного шалфея содержится почти исключительно линалилацетат (85%) и линалоол (5%), а также сесквитерпены (10%). Существенные различия в качественном и количественном составе эфирных масел из соцветий и листьев *Salvia sclarea* L. итальянского хемотипа отмечены в [17]. Авторами показано, что главными компонентами эфирного масла из соцветий являются линалоол (26–29%) и линалилацетат (35–53%).

Анализ литературы показывает, что данные о компонентном составе эфирного масла *Salvia sclarea* L. достаточно противоречивы. При этом следует отметить вероятность существенных изменений состава масла в процессе его получения методом гидродистилляции, когда за счет длительного контакта эфирного масла с водой подвергается гидролизу основной компонент – линалилацетат с образованием линалоола [2].

На рисунке 4 приведены данные по распределению основных компонентов эфирного масла *Salvia sclarea* L. из свежезаготовленной надземной массы в период массового цветения.

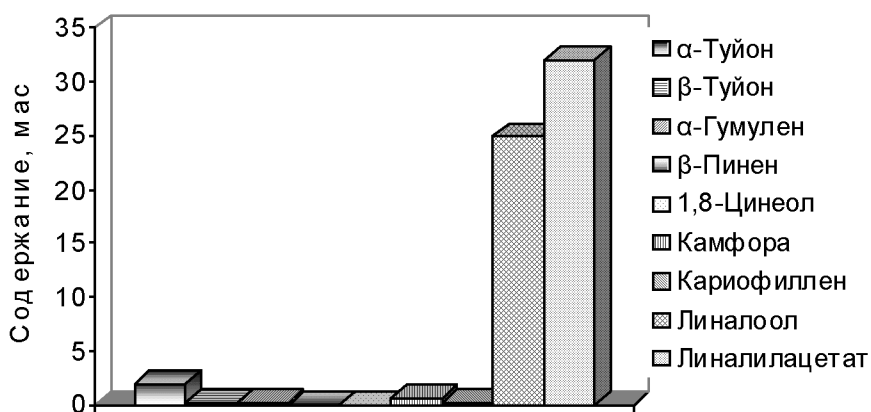


Рисунок 4 – Распределение основных компонентов эфирного масла *Salvia sclarea* L.

Особенностью эфирного масла *Salvia sclarea* L. является высокое содержание монотерпеноидов (~ 80 мас.%) по сравнению с остальными классами органических соединений, что хорошо согласуется с литературными данными. Кислородсодержащие производные монотерпенов в исследованном образце представлены почти исключительно линалоолом (~ 25 мас.%) и линалилацетатом (~ 32 мас.%).

Одним из методов, позволяющим установить подлинность и качество эфирных масел, является метод сравнения хроматографических профилей [9, 10]. Сущность метода заключается в выявлении характеристических пиков, одновременное присутствие и соотношение интенсивностей которых свидетельствует о наличии в исследуемом образце того или иного эфирного масла.

На основании анализа полученных хроматографических данных, а также изучения эволюционно-филогенетических отношений монотерпеноидов рода шалфей в эфирном масле *Salvia officinalis* L. к таким характеристическим сочетаниям были отнесены хроматографические пики α -туйон, 1,8-цинеол, β -пинен, камфора, линалоол. Одновременное присутствие на хроматограмме пиков этих веществ, а также определенное соотношение интенсивностей пиков позволяет провести идентификацию эфирного масла *Salvia officinalis* L., причем отношение содержания α - и β -туйонов должно быть близким к 10:1.

В образцах масла *Salvia sclarea* L. реперными компонентами для установления подлинности и качества эфирного масла являются линалоол, α -туйон, камфора, терпинолен.

Выводы

На основании проведенных исследований выявлена динамика накопления и установлен компонентный состав эфирного масла *Salvia officinalis* L. и *Salvia sclarea* L. из коллекции ЦБС НАН Беларуси. Показано, что главными компонентами эфирного масла *Salvia officinalis* L. являются β -пинен, 1,8-цинеол, α - и β -туйоны, линалоол, линалилацетат, борнилацетат и α -гумулен, причем соотношение α -/ β -туйон, характеризующее хемотип *Salvia officinalis* L. из коллекции ЦБС, равно 10:1. Главными компонентами эфирного масла *Salvia sclarea* L. являются линалилацетат, линалоол, α -туйон, камфора, терпинолен.

Список литературы

1. [Электронный ресурс]. – Минск, 2009. – Режим доступа: <http://www.viness.narod.ru>. – Дата доступа: 20.01.2010.
2. Гуринович, Л.К. Эфирные масла: химия, анализ и применение / Л.К. Гуринович, Т.В. Пучкова. – М.: Школа косметических химиков, 2005. – 192 с.
3. Байкова, Е.В. Компонентный состав эфирных масел некоторых видов рода *Salvia* L., выращенных в условиях Новосибирска (Россия) / Е.В. Байкова, Е.А. Королюк, А.В. Ткачев // Химия растительного сырья. – 2002. – № 1. – С. 37–42.
4. Сур, С.В. Состав эфирных масел лекарственных растений / С.В. Сур // Растительные ресурсы. – 1993. – Т. 29, вып. 1. – С. 98–117.
5. 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.
6. Зенкевич, И.Г. Аналитические параметры компонентов эфирных масел для хроматографической и хроматомасс-спектрометрической идентификации. Моно- и сесквитерпеновые углеводороды / И.Г. Зенкевич // Растит. Ресурсы. – 1996. – Т. 32, вып.1. – 2. – С. 48–58.
7. Танасиенко, Ф.С. Эфирные масла: содержание и состав в растениях / Ф.С. Танасиенко. – Киев, 1985. – 264 с.
8. Essential Oils from Dalmatian sage (*Salvia officinalis* L.): Variations among Individuals, Plant Parts, Seasons and Sites / N.B. Perry [et al.] // J. Agric. Food Chem. – 1999. – Vol. 47, № 15. – P. 2048–2054.
9. Погорельская, А.Н. Физиологические аспекты накопления эфирного масла в растении шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) / А.Н. Погорельская, С.А. Резникова, В.П. Холодова // Физиология растений. – 1989. – Т. 36, вып. 1. – С. 89–99.
10. Джумаев, Х.К. Эфирные масла из соцветий и листьев *Salvia sclarea* L., произрастающего на юге Узбекистана / Х.К. Джумаев [и др.] // Растительные ресурсы. – 1989. – Т. 25, вып. 3. – С. 410–415.
11. 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.
12. 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.

13. Perry, N.B. Essential oils from Dalmatin 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. Farkas, P. Composition of essential oils from the flowers and leaves of *Salvia sclarea* (Lamiaceae), cultivated in Slovak Republic / P. Farkas [et al.] // Journal of Essential Oil Research. – 2005. – Vol. 17. – P. 141–145.

15. Pitarokili, D. Composition and antifungal activity on soil-borne pathogens of the essential oil of *Salvia sclarea* from Greece / D. Pitarokili [et al.] // J. Agric. Food. Chem. – 2002. – Vol. 50, № 23. – P. 6688–6691.

16. Pei, P. Investigation on the essential oil of cultivated *Salvia sclarea* L. / P. Pei, V.M. Bankovic // Flavour and Fragrance Journal. – 2003. – Vol. 18. – P. 228–230.

17. Carruba, A. Characterization of an Italian biotype of clary sage (*Salvia sclarea* L.) grown in a semi-arid Mediterranean environment / A. Carruba [et al.] // Flavour and Fragrance Journal. – 2002. – Vol. 17, № 3. – P. 191–194.

THE ACCUMULATION DYNAMICS AND COMPOSITION OF ESSENTIAL OILS FROM DIFFERENT *SALVIA* L. SPECIES

**N.A. Kovalenko, G.N. Supichenko, V.N. Leontiev, A.G. Shutova*, E.V. Spirydovich*,
L.V. Kuchareva***

Belarusian State Technological University, Minsk, Belarus

**Central Botanical Garden of the NAS of Belarus, Minsk, Belarus*

The accumulation dynamics of *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* L. essential oils has been investigated. The chemical components and their contents of *Salvia officinalis* L. and *Salvia sclarea* L. essential oils have been analyzed by GC-technique, and 30 kinds of chemical structures have been identified. The principal components of *Salvia officinalis* L. essential oils were β -pinene, 1,8-cineole, α - и β -thujones, linalool, linalyl acetate, bornyl acetate и α -humulene with relation α -/ β -thujone 10 : 1. The principal components of *Salvia sclarea* L. essential oils were linalyl acetate, linalool, α -thujone, camphor, terpinolene.