

УДК 547.913

КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ЭФИРНОГО МАСЛА РАСТЕНИЙ РОДА *SALVIA*, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

© *Е.В. Феськова**, *В.Н. Леонтьев*

*Белорусский государственный технологический университет,
ул. Свердлова, 13а, Минск, 220006, Республика Беларусь,
lena.feskova@mail.ru*

В настоящей работе представлены результаты исследования компонентного состава эфирного масла, полученного из различных органов растений рода *Salvia* из коллекции Центрального ботанического сада НАН Беларуси (ЦБС), методом газовой хроматографии. Идентификацию компонентов эфирного масла проводили по временам удерживания 42 стандартных веществ. В изученных образцах было определено 32 компонента, а изопулегол, ментон, ментофуран, изоментон, ментол, метилхавикол, анисовый альдегид и/или транс-анетол, гераниаль и цедрол обнаружены не были. Установлено, что максимальный выход эфирного масла наблюдается у *S. tomentosa* Mill., минимальный – у *S. pratensis* L. Наиболее разнообразный качественный состав эфирного масла наблюдается у *S. officinalis* L. и *S. tomentosa* Mill. Основными компонентами эфирного масла, полученного из листьев *S. officinalis* L., являются туйон (31.25%), кафмора и эвкалиптол (около 11%) и борнеол (около 9.5%), из цветков – эвкалиптол (15.52%), туйон (14.68%) и борнеол (10.28%), стеблей – туйон (более 31%). Эфирное масло, полученное из цветков *S. sclarea* L., богато линалоолом и гераниолом (24.09 и 18.54% соответственно), из листьев – кариофилленоксидом (20.67%). α - и β -пинены являются основными компонентами эфирного масла, полученного из листьев и цветков *S. tomentosa* Mill., а эфирное масло *S. aethiopsis* L., *S. verticillata* L., *S. pratensis* L. богато β -кариофилленом.

Ключевые слова: *Salvia*, эфирное масло, α -пинен, β -пинен, эвкалиптол, линалоол, туйон, камфора, гераниол, β -кариофиллен.

Для цитирования: Феськова Е.В., Леонтьев В.Н. Компонентный состав эфирного масла растений рода *Salvia*, культивируемых в Республике Беларусь // Химия растительного сырья. 2026. №2. С. 245–254. <https://doi.org/10.14258/jcprm.20260215929>.

Введение

Яснотковые (*Lamiaceae*) или Губоцветные (*Labiatae* Juss.) – семейство сосудистых растений, распространенное почти по всему земному шару, включает в себя по разным данным от 227 до 236 родов и от 6900 до 7200 видов [1–3]. Растения данного семейства хорошо известны своим терапевтическим потенциалом, особенно компонентов их эфирных масел. Эфирные масла Яснотковых богаты терпенами, особенно моно-терпенами, которые составляют до 90% их состава [4].

Одним из обширных представителей данного семейства является род *Salvia*. По информации из разных источников род насчитывает от 900 до 1049 видов [5–8].

Многочисленные виды *Salvia* имеют важное экономическое значение, так как используются в качестве пряностей и ароматизаторов в парфюмерно-косметической промышленности [9], а также в народной медицине для лечения ряда заболеваний (эпилепсия, рак, малярия, бронхит, туберкулез, гепатит и др.) [5]. Экстракты и эфирные масла, полученные из растений рода *Salvia*, проявляют антибактериальное, ветрогонное, мочегонное, спазмолитическое, противовоспалительное, антиоксидантное, противораковое, противодиабетическое, анксиолитическое и седативное действие [5].

Эфирные масла – это сложная смесь летучих веществ, получаемая из растительного сырья. Состав эфирного масла зависит от вида и части растения, из которого оно получено, состава почвы, на которой произрастало растение, времени сбора урожая, фазы вегетативного цикла, метода экстракции эфирного

* Автор, с которым следует вести переписку.

масла. Компоненты эфирного масла, являясь вторичными метаболитами, выполняют ароматическую, коммуникативную и защитную роль [10, 11].

Эфирные масла веками использовались в медицине, сельском хозяйстве и промышленности благодаря своим антимикробным, противовирусным, противовоспалительным, антиоксидантным, анальгезирующим, релаксирующим, фунгицидным и др. свойствам. Благодаря липофильности и небольшому размеру молекул компоненты эфирных масел легко проникают через биологические мембраны и оказывают терапевтическое действие. В настоящее время проводятся исследования по использованию эфирных масел для лечения вирусных инфекций, профилактики рака и воспалительных заболеваний. Эфирные масла могут стать ценной альтернативой традиционным методам лечения благодаря их природному происхождению и высокой переносимости [10, 11].

Цель работы – определение компонентного состава эфирного масла растений рода *Salvia*, культивируемых в Республике Беларусь.

Экспериментальная часть

Объектами исследования являлась высушенная надземная часть *S. verticillata* L. (w листьев = 9.36%, w цветков = 7.58%), *S. pratensis* L. (w листьев = 7.94%, w цветков = 6.34%), *S. aethiopsis* L. (w листьев = 9.18%, w цветков = 6.73%), *S. sclarea* L. (w листьев = 8.11%, w цветков = 8.36%), *S. tomentosa* Mill. (w листьев = 8.41%, w цветков = 8.32%), *S. officinalis* L. (w листьев = 8.28%, w цветков = 7.80%) из коллекции ЦБС. Сбор сырья осуществляли в фазу массового цветения: *S. officinalis* L. и *S. pratensis* L. – вторая декада июня 2023 года, остальные виды *Salvia* – третья декада июня 2023 года.

Экстракцию эфирного масла отдельно из листьев, цветков и стеблей проводили методом перегонки с водяным паром. Измельченное сырье помещали в круглодонную колбу с добавлением дистиллированной воды (из расчета приблизительно 1 : 13) при нагревании в течение 1.5–2 ч. Эфирное масло собирали в приемник Гинзберга.

Компонентный состав полученного эфирного масла определяли методом газовой хроматографии на хроматографе Agilent 7820A GC (Agilent Technologies, США), оснащенном пламенно-ионизационным детектором, при режимах, представленных в таблице 1. Газ-носитель – гелий, объем вводимой пробы – 0.2 мкл.

Идентификацию компонентов эфирного масла проводили по временам удерживания 42 стандартных веществ. Для количественного определения идентифицированных компонентов применяли метод внутренней нормализации без учета относительных поправочных коэффициентов.

Все измерения производили в трехкратной повторности.

Обсуждение результатов

Максимальный выход эфирного масла (по сумме выхода из листьев, цветков и стеблей) наблюдается у *S. tomentosa*, минимальный – у *S. pratensis* (небольшое количество эфирного масла удалось получить методом перегонки с водяным паром только из цветков). Эфирное масло из стеблей удалось получить только из *S. officinalis*, *S. tomentosa* и *S. aethiopsis*.

В таблице 2 приведены результаты по определению компонентного состава эфирного масла исследуемых видов *Salvia*.

Таблица 1. Режимы хроматографического анализа

Параметр	Тип колонки	
	ZB-WAX, 30 м×0.25 мм×0.25 мкм (полиэтиленгликоль)	HP-5, 30 м×0.32 мм×0.25 мкм (5% фенил-диметилполисилоксан)
Скорость газа-носителя, мл/мин	1.2	2.4
Деление потока	1 : 50	1 : 14
Температуре инжектора, °C	220	300
Температуре детектора, °C	250	320
Температурный режим термостата	70 °C (выдержка 2 мин) с дальнейшим повышением со скоростью 3 °C/мин до 230 °C (выдержка 2 мин)	70 °C (выдержка 5 мин), с дальнейшим повышением со скоростью 3 °C/мин до 115 °C (выдержка 20 мин) и далее – со скоростью 4 °C/мин до 230 °C (вы- держка 5 мин)

Таблица 2. Компонентный состав эфирного масла исследуемых видов *Salvia*

Вещество	Относительное содержание, %																	
	<i>S. officinalis</i>			<i>S. verticillata</i>			<i>S. sclarea</i>			<i>S. pratensis</i>			<i>S. tomentosa</i>			<i>S. aethiopsis</i>		
	листья	цветки	стебли	листья	цветки	стебли	листья	цветки	стебли	листья	цветки	стебли	листья	цветки	стебли	листья	цветки	стебли
α-пинен	3.34	13.62	0.48	0.02	0.11	–	–	–	–	–	0.02	–	12.16	29.36	0.55	СК	0.01	0.01
Камфен	3.22	3.83	0.33	–	СК	–	–	–	–	–	–	–	6.12	4.39	0.31	–	–	–
Сабинен	0.03	0.04	0.03	–	0.03	–	–	–	–	–	0.01	–	0.23	0.26	0.03	–	–	–
β-пинен	1.27	6.97	0.56	–	0.20	–	0.01	0.02	–	–	0.05	–	36.29	26.13	2.18	0.01	0.01	0.01
3-карен	0.04	0.01	0.02	–	СК	–	0.01	0.01	–	–	–	–	0.04	0.01	–	–	СК	–
п-цимен	0.66	0.78	0.35	–	0.01	–	–	–	–	–	0.01	–	0.58	1.51	0.06	–	0.01	–
Лимонен	1.39	2.37	0.43	–	0.14	–	–	0.09	–	–	–	–	2.50	3.79	0.10	–	–	–
Эвкалиптол	10.95	15.52	3.33	–	0.08	–	–	–	–	–	0.01	–	3.03	0.92	0.04	–	–	–
γ-терпинен	0.35	0.56	0.27	–	0.01	–	–	0.01	–	–	–	–	0.80	1.56	0.07	–	–	–
Сабинен	0.04	0.06	0.04	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.06	0.15	–	–	–	–
гидрат																		
L-фенхон	0.24	0.28	0.12	–	0.01	–	0.01	0.17	–	–	–	–	0.40	0.56	0.02	–	–	–
Линалоол	–	–	–	0.02	0.17	–	0.11	24.09	–	–	–	–	0.35	0.11	0.05	–	–	–
Туйон	31.25	14.68	31.34	–	–	–	–	0.15	–	–	–	–	0.01	0.02	–	–	–	–
Камфора	11.60	1.01	4.11	0.02	0.01	–	–	–	–	–	–	–	8.13	5.67	0.37	СК	0.01	–
Борнеол	9.45	10.28	4.30	–	0.01	–	0.01	0.05	–	–	–	–	4.89	2.61	0.37	–	0.01	0.01
Терпинен-4-ол	0.37	0.45	0.48	–	0.02	–	–	0.1	–	–	0.01	–	0.85	1.04	0.09	–	0.01	–
α-терпинеол	–	–	–	–	0.02	–	–	–	–	–	0.01	–	0.47	0.56	0.08	–	–	–
Цитронеллол	–	–	–	–	–	–	0.06	1.74	–	–	–	–	0.01	0.01	–	–	–	–
Пулегон	0.02	0.02	0.03	–	0.01	–	–	–	–	–	–	–	0.01	0.01	–	–	–	–
Гераниол	–	–	–	–	–	–	0.23	18.54	–	–	–	–	–	–	–	–	0.01	–
Борнилацетат	0.83	0.04	0.34	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.14	–	0.12	–
Тимол	–	–	–	–	–	–	0.02	0.03	–	–	–	–	СК	0.02	0.01	0.01	0.01	–
Карвакрол	–	–	–	–	–	–	0.23	0.26	–	–	–	–	0.33	0.33	1.01	0.20	0.14	0.28
Геранилацетат	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	0.06	–	0.06	3.44	0.96	1.74
β-кариофиллен	2.54	4.25	4.47	9.50	28.28	–	4.95	1.26	–	–	17.94	–	3.24	6.90	3.51	37.30	46.17	18.79
α-кариофиллен	3.31	2.87	5.62	5.09	15.22	–	0.40	0.13	–	–	1.27	–	1.29	0.56	1.90	8.27	10.12	5.16
Кариофиллен	0.25	0.27	0.97	3.50	6.51	–	20.67	0.99	–	–	14.23	–	1.03	0.46	7.24	2.99	6.53	13.97
оксид																		
Всего идентифицировано, %	81.93	78.65	57.68	18.20	50.88	–	26.82	47.78	–	–	33.57	–	83.62	88.15	18.20	52.55	64.25	39.98
Выход эфирного масла, %	0.78	0.74	0.06	0.05	0.04	–	0.11	0.14	–	–	0.01	–	0.74	1.21	0.01	0.33	0.13	0.01

СК-следовые количества

Изопулегол, ментон, ментофуран, изоментон, ментол, метилхавикол, анисовый альдегид и/или *транс*-анетол, гераниаль и цедрол не обнаружены ни в одном из исследованных образцов. Нераль в количестве 0.01% обнаружен в листьях и цветах *Salvia tomentosa*, карвон в следовых количествах – в листьях *S. sclarea* и цветах *S. tomentosa*, ментилацетат – 0.02% в листьях и стеблях и 0.07% в цветках *S. tomentosa*, терпинилацетат – 0.03% в листьях и цветках и 0.06% в стеблях *S. officinalis*, эвгенол в количестве 0.05% – в листьях *S. aethiopsis*.

Качественный состав эфирного масла не сильно отличается у проанализированных видов *Salvia*, в то время как количественное содержание компонентов имеет значительные различия.

Сабинен, 3-карен, сабинен гидрат, L-фенхон, α -терпинеол, пулегон, борнилацетат и тимол отсутствуют либо являются минорными компонентами у всех проанализированных видов *Salvia*. Максимальное содержание *n*-цимена (1.51%), γ -терпинена (1.56%) и терпинен-4-ола (1.04%) наблюдается в эфирном масле из цветков и карвакрола (1.01%) из стеблей *S. tomentosa*, 1.74% цитронеллола обнаружено в цветках *S. sclarea*.

Лидером по содержанию α - и β -пинена является *S. tomentosa*: в листьях и цветках соответственно содержится чуть более 36 и 26% β -пинена, более 12 и 29% – α -пинена. До 14% α -пинена и около 7% β -пинена наблюдается в цветках *S. officinalis*.

Также в эфирных маслах *S. tomentosa* и *S. officinalis* содержится около 6 и 4% камфена, 4 и 2.4% лимонена и около 8 и 11.5% камфоры соответственно.

Наибольшее содержание эвкалиптола (до 15.5%), борнеола (около 10%) наблюдается в эфирном масле, полученном из цветков *S. officinalis*.

Камфен в небольших количествах наблюдается в эфирном масле *S. tomentosa* и *S. officinalis*.

По содержанию гераниола выделяется эфирное масло из цветков *S. sclarea* L. (18.54%), в то время как в других видах *Salvia* данный компонент обнаружить не удалось (за исключением 0.23% в листьях *S. sclarea* и 0.01% в цветках *S. aethiopsis*).

Большое количество туйона наблюдается в эфирном масле, полученном из *S. officinalis*, причем в листьях и стеблях этого компонента больше, чем в цветках: более 30 и 14.5% соответственно.

Отмечено высокое содержание β -кариофиллена в эфирном масле *S. aethiopsis* (около 30% в листьях, 46% в цветках, 19% в стеблях) и цветках *S. verticillata* (28.28%) и *S. pratensis* (около 18%).

Около 15% α -кариофиллена обнаружено в эфирном масле их цветков *S. verticillata*, 10% – *S. aethiopsis*.

Эфирное масло из листьев *S. sclarea* содержит до 21% кариофиллен оксида, до 14% данного компонента содержится в эфирном масле *S. aethiopsis* и *S. pratensis*.

В таблице 3 представлены данные по содержанию преобладающих компонентов эфирного масла различных видов *Salvia*, произрастающих в различных странах.

Данные, приведенные в таблицах 2 и 3, демонстрируют, что эфирное масло рассматриваемых растений имеет широкую вариабельность по содержанию основных компонентов и подтверждают тот факт, что качественный и количественный состав эфирного масла зависит от региона произрастания растений, а следовательно, и от агроклиматических условий. Единственным видом *Salvia* из коллекции ЦБС, у которого отмечено схожее содержание преобладающих компонентов с таковым, произрастающим в Турции, – это *S. tomentosa*.

В медицинских целях применяют 19 видов шалфея, наиболее широко из них – 4 вида [23]. Так, листья шалфея лекарственного (*S. officinalis*) внесены в фармакопеи Европейского союза, Республики Беларусь и Российской Федерации, корни и корневища шалфея краснокорневищного (*S. miltiorrhiza* Bunge) – в фармакопеи Европейского союза и Японии, листья шалфея кустарникового (*S. fruticosa* Mill.) – в Европейскую фармакопею. Фармакопейные статьи на масло из соцветий шалфея мускатного и надземной части шалфея лавандолистного (*S. lavandulifolia* Vahl.) представлены в Европейской фармакопее, а в фармакопее Республики Беларусь – фармакопейная статья на масло шалфея мускатного *S. sclarea* [24–27]. Однако фармацевтическим потенциалом обладают намного больше видов *Salvia*. Для его оценки необходима систематизация биологически активных веществ растительного сырья в соответствии с Международной анатомо-терапевтическо-химической (АТХ) классификацией.

АТХ классификация – это международная система классификации лекарственных средств в зависимости от органа или системы, на которые они действуют, а также на основе их химических и фармакологических свойств [28].

Данные по биологическому действию основных идентифицированных компонентов эфирного масла изученных видов *Salvia* и по АТХ классификации приведены в таблице 4.

Таблица 3. Преобладающие компоненты эфирного масла некоторых видов *Salvia*

Вид <i>Salvia</i>	Основные компоненты, %	Место произрастания
<i>S. officinalis</i>	Эвкалиптол (39.5–50.3), камфора (8.8–25.0), β-пинен (3.3–7.3), β-кариофиллен (1.4–5.5) [12]	Иордания
	Камфора (33.64), эвкалиптол (22.22), α-туйон (21.43) [13]	Тунис
<i>S. verticillata</i>	Бициклогермакрен (15.3), гермакрен D (13.3), кариофиллен (12.2) [14]	РФ (Алтайский край)
	β-пинен (30.7), <i>n</i> -цимен (23.0) [15]	Греция
	β-кариофиллен (17.14), гермакрен D (13.78), α-гурьюнен (9.27), α-кариофиллен (8.28) [5]	Иран
<i>S. sclarea</i>	Кариофиллен оксид (22.26), линалоол (8.41) [5]	Иран
	Линалилацетат (39.11–52.15), линалоол (14.89–23.17), β-мирцен (3.85–7.56) [16]	РФ
	Эвкалиптол (25.28), камфора (23.66), α-пинен (7.53), камфен (6.63) [16]	Австрия
<i>S. pratensis</i>	Линалоол (41.26), линалилацетат (8.99) [16]	Франция
	β-кариофиллен (26.4), Z-β-фарнезен (6.0) [17]	Сербия
<i>S. tomentosa</i>	Борнеол (29.32), α-пинен (24.65), β-кариофиллен (6.74), эвкалиптол (6.16) [18]	Турция
	β-пинен (39.7), α-пинен (10.9), камфора (9.7) [19]	
	α-пинен (33.03), эвкалиптол (30.71), мирцен (5.90) [20]	
<i>S. aethiopsis</i>	α-пинен (15.5–21.6), <i>цис</i> -туйон (6.1–24.3), эвкалиптол (10.8–19.0), борнеол (9.8–15.0), камфен (6.5–9.3), камфора (3.9–9.1) [21]	о. Тасос (Греция)
	α-копаен (18.21), α-кубенен (12.76), спатуленол (12.25), эвкалиптол (7.17) [22]	Турция

Таблица 4. Биологическое действие основных идентифицированных компонентов эфирного масла изученных видов *Salvia*

Соединение	Биологическое действие	АТХ код / Наименование / группа	Источник соединения (из данных табл. 2)
1	2	3	4
α- и β-пинен	Показаны в сочетании с другими соединениями растительного происхождения для лечения заболеваний мочевого пузыря, почек и мочевых камней [29, 30]	–	<i>S. officinalis</i> (цветки), <i>S. tomentosa</i> (листья, цветки)
Эвкалиптол	Применяется для лечения негнойного риносинусита [31]. Проявляет обезболивающие свойства, усиливает кровообращение, вызывает расширение сосудов, а также бронходилатацию, обладает гепатопротекторным, гастропротекторным антибактериальным, антимикотическим и противоопухолевым действием [32]	R05CA13 / Цинеол / Отхаркивающие препараты [33]	<i>S. officinalis</i> (листья, цветки)
Линалоол	Обладает бактерицидной активностью [34], снижает уровень кортизола [35]	–	<i>S. sclarea</i> (цветки)
Туйон	Использование туйона и туйонсодержащих частей растений для потребления человеком в настоящее время регулируется Европейским парламентом, а также Европейским агентством по лекарственным средствам. Наиболее известны нейротоксические эффекты, которые связаны с ингибированием рецептора гамма-аминомасляной кислоты A, вызывая возбуждение и судороги дозозависимым образом. Проявляет антимуtagenные, иммуномодулирующие, генотоксичные и канцерогенные свойства [36, 37]. Имеются данные о противодиабетической [38] и антимикробной активности туйона [36]	–	<i>S. officinalis</i> (листья, цветки, стебли)
Камфора	Используется местно для облегчения боли, а также в качестве местного антисептика. Можно использовать в испарителях для подавления кашля [39]	C01EB02 / Камфора / Препараты для лечения заболеваний сердца другие [40]	<i>S. officinalis</i> (листья), <i>S. tomentosa</i> (листья, цветки)
Борнеол	Улучшает доставку лекарств в центральную нервную систему за счет повышения проницаемости гематоэнцефалического барьера [41]	–	<i>S. officinalis</i> (листья, цветки)

Окончание таблицы 4

1	2	3	4
Гераниол	Проявляет антимикробное, противовоспалительное, антиоксидантное, противораковое и нейрозащитное действие, повышает чувствительность опухолевых клеток к широко используемым химиотерапевтическим средствам. Эффективен против широкого спектра видов рака, включая рак молочной железы, рак легких, толстой кишки, простаты, поджелудочной железы, кожи, печени, почек и полости рта [42]	–	<i>S. sclarea</i> (цветки)
β-кариофиллен	Обладает противовоспалительным, местным анестезирующим, противогрибковым, противораковым действием. Играет роль нестероидного противовоспалительного препарата [43, 44]. Проявляет сильные антимикробные свойства и транквилизирующую (нейролептическая, успокоительная) активность [45]	–	<i>S. verticillata</i> (листья, цветки), <i>S. pratensis</i> (цветки), <i>S. tomentosa</i> (цветки), <i>S. aethiopsis</i> (листья, цветки, стебли)
Кариофиллен оксид	Анестезирующие свойства, противораковая активность [44]	–	<i>S. verticillata</i> (цветки), <i>S. sclarea</i> (листья), <i>S. pratensis</i> (цветки), <i>S. tomentosa</i> (стебли), <i>S. aethiopsis</i> (цветки, стебли)

Резюмируя сведения, приведенные в таблице 4, и экспериментальные данные по выходу эфирного масла (табл. 2) для каждого вида *Salvia*, можно сделать вывод, что перспективными видами в качестве сырья для фармацевтической промышленности являются *S. tomentosa*, как источник α- и β-пинена и *S. aethiopsis* – β-кариофиллена и кариофиллен оксида. Наиболее широким спектром биологической активности обладает внесенный в фармакопеи многих стран *S. officinalis*.

Заключение

1. Определен компонентный состав эфирного масла шести видов рода *Salvia* из коллекции ЦБС. Максимальный выход эфирного масла (по сумме выхода из листьев, цветков и стеблей) наблюдается у *S. tomentosa* (1.96%), минимальный – у *S. pratensis* (0.01%).

2. Эфирное масло из надземной части *S. officinalis* богато туйоном, эвкалиптолом (АТХ-код – R05CA13) и борнеолом.

3. В эфирном масле, полученном из цветков *S. verticillata*, преобладают α- и β-кариофиллен.

4. Основными идентифицированными компонентами эфирного масла, полученного из цветков *S. sclarea*, являются линалоол и гераниол, из листьев – кариофиллен оксид.

5. Наименьшее количество компонентов удалось идентифицировать в эфирном масле *S. pratensis*.

6. Эфирное масло, полученное из *S. tomentosa*, культивируемом в ЦБС и в Турции, имеет схожее содержание доминирующих компонентов.

7. Перспективными видами для использования в фармацевтической промышленности могут быть *S. tomentosa* (богато α- и β-пиненом) и *S. aethiopsis* (источник сесквитерпенов).

Благодарности

Авторы выражают признательность сотрудникам ЦБС И.Н. Тычине, Т.В. Гиль, А.Ю. Тарасевич, Б.Ю. Анощенко и В.В. Титку за предоставленные образцы растительного сырья.

Финансирование

Выполнение работы финансировалось в рамках НИР «Идентификация и анатомо-терапевтико-химическая классификация биологически активных соединений коллекции лекарственных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси» ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхемиа», № госрегистрации в ГУ «БелИСА» 20211495 от 21.05.2021.

Конфликт интересов

Авторы данной работы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Открытый доступ

Эта статья распространяется на условиях международной лицензии Creative Commons Attribution 4.0 (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), которая разрешает неограниченное использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии, что вы предоставите соответствующие ссылки на автора(ов), источник и Лицензию Creative Commons и укажете, были ли внесены изменения.

Список литературы

1. Bendif H., Ben Miri Y., Souilah N., Benabdallah A., Miara M.D. Phytochemical constituents of *Lamiaceae* family // Rhazes: Green and Applied Chemistry. 2021. Vol. 11, no. 2. Pp. 71–88. <https://doi.org/10.48419/IMIST.PRSM/rhazes-v11.25070>.
2. Plants of the World Online. *Lamiaceae* Martinov [Электронный ресурс]. URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000097-2>.
3. Marchioni I., Najar B., Ruffoni B., Copetta A., Pistelli L., Pistelli L. Bioactive Compounds and Aroma Profile of Some *Lamiaceae* Edible Flowers // Plants. 2020. Vol. 9, no. 6. 691. <https://doi.org/10.3390/plants9060691>.
4. Ezaouine A., Nouadi B., Sbaoui Y., El Messal M., Chegdani F., Bennis F. Use of the Genus *Satureja* as Food Supplement: Possible Modulation of the Immune System via Intestinal Microbiota During SARS-CoV-2 Infection // Anti-Infective Agents. 2021. Vol. 20, no. 3. e221221199259. <https://doi.org/10.2174/2211352520666211222101244>.
5. Gharehbagh H.J., Ebrahimi M., Dabaghian F., Mojtabavi S., Hariri R., Saeedi M., Faramarzi M.A., Khanavi M. Chemical composition, cholinesterase, and α -glucosidase inhibitory activity of the essential oils of some Iranian native *Salvia* species // BMC Complementary Medicine and Therapies. 2023. Vol. 23. 184. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-04004-w>.
6. Walker J.B., Sytsma K.J. Staminal evolution in the genus *Salvia* (*Lamiaceae*): molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever // Annals of Botany. 2007. Vol. 100, no. 2. Pp. 375–391. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl176>.
7. Plants of the World Online. *Salvia* L. [Электронный ресурс]. URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000096-2>.
8. WFO Plant List. *Salvia* L. [Электронный ресурс]. URL: <https://wfo.plantlist.org/taxon/wfo-4000033888-2023-12>.
9. Fu Z., Wang H., Hu X., Sun Z., Han C. The Pharmacological Properties of *Salvia* Essential Oils // Journal of Applied Pharmaceutical Science. 2013. Vol. 3, no. 7. Pp. 122–127.
10. Passos F.F. de B., Lopes E. M., de Araujo J.M., de Sousa D.P., Veras L.M.C., Leite J.R.S.A., Almeida F.R. de C. Involvement of Cholinergic and Opioid System in γ -Terpinene-Mediated Antinociception // Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine. 2015. Pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/829414>.
11. Durczyńska Z., Żukowska G. Properties and Applications of Essential Oils: A Review // Journal of Ecological Engineering. 2024. Vol. 2, no. 2. Pp. 333–340. <https://doi.org/10.12911/22998993/177404>.
12. Abu-Darwish M.S., Cabral C., Ferreira I.V., Gonçalves M.J., Cavaleiro C., Cruz M.T., Al-bdour T.H., Salgueiro L. Essential Oil of Common Sage (*Salvia officinalis* L.) from Jordan: Assessment of Safety in Mammalian Cells and Its Antifungal and Anti-Inflammatory Potential // BioMed Research International. 2013. Vol. 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/538940>.
13. Kammoun El Euch S., Hassine D.B., Cazaux S., Bouzouita N., Bouajila J. *Salvia officinalis* essential oil: Chemical analysis and evaluation of anti-enzymatic and antioxidant bioactivities // South African Journal of Botany. 2019. Vol. 120. Pp. 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.07.010>.
14. Королюк Е.А., Кёниг В., Ткачев А.В. Состав эфирного масла двух видов рода шалфей (*Salvia deserta* Schang. и *Salvia verticillata* L.) из Алтайского края // Химия растительного сырья. 2002. №1. С. 43–48.
15. Pitarokili D., Tzakou O., Loukis A. Essential oil composition of *Salvia verticillata*, *S. verbenaca*, *S. glutinosa* and *S. candidissima* growing wild in Greece // Flavour and Fragrance Journal. 2006. Vol. 21, no. 4. Pp. 670–673. <https://doi.org/10.1002/ffj.1647>.
16. Ермаченков Р.Э., Марков А.Л., Агаев М.М., Бурцева Е.В., Тернинко И.И. Изучение компонентных особенностей эфирных масел розмарина лекарственного и шалфея мускатного крымского происхождения // Разработка и регистрация лекарственных средств. 2024. Т. 13, №4. С. 161–179. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-4-1832>.
17. Anačkov G., Božin B., Zorić L., Vukov D., Mimica-Dukić N., Merkulov L., Igić R., Jovanović M., Boža P. Chemical Composition of Essential Oil and Leaf Anatomy of *Salvia bertolonii* Vis. and *Salvia pratensis* L. (Sect. Plethiosphace, Lamiaceae) // Molecules. 2009. Vol. 14. Pp. 1–9. <https://doi.org/10.3390/molecules14010001>.
18. Avci A.B. Essential Oil Content and Composition of *Salvia tomentosa* Mill. from Gölcük, Isparta // Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science. 2013. Vol. 17, no. 1. Pp. 1–4.
19. Tepe B., Daferera D., Sokmen A., Sokmen M., Polissiou M. Antimicrobial and antioxidant activities of the essential oil and various extracts of *Salvia tomentosa* Miller (Lamiaceae) // Food Chemistry. 2005. Vol. 90. Pp. 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.09.013>.
20. Haznedaroglu M.Z., Yurdasiper A., Koyu H., Yalcin G., Ozturk I., Gokce E.H. Preparation and Evaluation of a Novel Organogel Formulation of *Salvia tomentosa* Mill. Essential Oil // Latin American Journal of Pharmacy (formerly Acta Farmaceutica Bonaerense). 2013. Vol. 32, no. 6. Pp. 845–851.

21. Hanlidou E., Karousou R., Lazari D. Essential-Oil Diversity of *Salvia tomentosa* Mill. in Greece // *Chemistry & Biodiversity*. 2014. Vol. 11. Pp. 1205–1215. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300408>.
22. Göze İ., Vural N., Ercan N. Characterization of Essential Oil and Antioxidant Activities of Some Species of *Salvia* in Turkey // *Natural volatiles & essential oils*. 2016. Vol. 3, no. 4. Pp. 1–7.
23. Plants for a future [Электронный ресурс]. URL: <https://pfaf.org/user/DatabaseSearchResult.aspx>.
24. European Pharmacopoeia, 10 edition. Strasbourg, 2019. 4318 p.
25. The Japanese pharmacopoeia, 18 edition. The Ministry of health, labour and welfare, 2021. 2806 p.
26. Государственная фармакопея Республики Беларусь II. Т. 2. Контроль качества вспомогательных веществ и лекарственного растительного сырья. Молодечно, 2012. 472 с.
27. ФС.2.5.0051.15. Шалфея лекарственного листа *Salviae officinalis folia* // Государственная фармакопея Российской Федерации XIV издания. М., 2018. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/shalfeya-lekarstvennogo-listya-salviae-officinalis-fovia/>.
28. Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. Решение коллегии евразийской экономической комиссии об анатомо-терапевтическом химическом классификаторе лекарственных средств [Электронный ресурс]. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=F91800098>.
29. DrugBank. alpha-Pinene [Электронный ресурс]. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB15573>.
30. DrugBank. beta-Pinene [Электронный ресурс]. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB15574>.
31. PubChem. Eucalyptol [Электронный ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eucalyptol>.
32. Bhowal M., Gopal M. Eucalyptol: Safety and Pharmacological Profile // *RGUHS Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2015. Vol. 5, no. 4. Pp. 125–131.
33. Код АТХ: R05CA13. Цинеол [Электронный ресурс]. URL: <https://classinform.ru/atc-classifikacija/r05ca13.html>.
34. Handbook of Medicinal Herbs: Linalool [Электронный ресурс]. URL: https://www.enpab.it/images/2018/James_A._Duke_-_Handbook_of_Medicinal_Herbs.pdf.
35. Dos Santos E.R.Q., Maia J.G.S., Fontes-Júnior E.A., do Socorro Ferraz Maia C. Linalool as a Therapeutic and Medicinal Tool in Depression Treatment: A Review // *Current Neuropharmacology*. 2022. Vol. 20, no. 6. Pp. 1073–1092. <https://doi.org/10.2174/1570159X19666210920094504>.
36. ZámorinÉ Németh É., Thi Nguyen H. Thujone, a widely debated volatile compound: What do we know about it? // *Phytochemistry Reviews*. 2020. Vol. 19. Pp. 405–423. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09671-y>.
37. Pelkonen O., Abass K., Wiesner J. Thujone and thujone-containing herbal medicinal and botanical products: Toxicological assessment // *Regulatory Toxicology and Pharmacology*. 2013. Vol. 65, no. 1. Pp. 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2012.11.002>.
38. Al Kury LT., Abdoh A., Ikbariah K., Sadek B., Mahgoub M. In Vitro and In Vivo Antidiabetic Potential of Monoterpenoids: An Update // *Molecules*. 2022. Vol. 27. 182. <https://doi.org/10.3390/molecules27010182>.
39. DrugBank. Camphor [Электронный ресурс]. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB01744>.
40. Код АТХ: C01EB02. Камфора [Электронный ресурс]. URL: <https://classinform.ru/atc-classifikacija/c01eb02.html>.
41. Zhang Q.-L., Fu B.M., Zhang Z.-J. Borneol, a novel agent that improves central nervous system drug delivery by enhancing blood–brain barrier permeability // *Drug Delivery*. 2017. Vol. 24, no. 10. Pp. 1037–1044. <https://doi.org/10.1080/10717544.2017.1346002>.
42. DrugBank. Geraniol [Электронный ресурс]. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB14183>.
43. PubChem. beta-Caryophyllene [Электронный ресурс]. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Caryophyllene>.
44. Fidyk K., Fiedorowicz A., Strzadala L., Szumny A. β -caryophyllene and β -caryophyllene-oxide – natural compounds of anticancer and analgesic properties // *Cancer Medicine*. 2016. Vol. 5, no. 10. Pp. 3007–3017. <https://doi.org/10.1002/cam4.816>.
45. Moattar F.S., Sariri R., Giahhi M., Yaghmaee P. Essential Oil Composition and Antioxidant Activity of *Calamintha officinalis* Moench // *Journal of Applied Biotechnology Reports*. 2018. Vol. 5, no. 2. Pp. 55–58. <https://doi.org/10.29252/JABR.05.02.03>.

Поступила в редакцию 2 октября 2024 г.

После переработки 26 февраля 2025 г.

Принята к публикации 12 мая 2026 г.

*Feskova E.V.**, *Leontiev V.N.* ESTERIC OIL COMPOSITION OF THE *SALVIA* GENUS PLANTS CULTIVATED IN THE REPUBLIC OF BELARUS

Belarusian State Technological University, st. Sverdlova, 13a, Minsk, 220006, Republic of Belarus,
lena.feskova@mail.ru

This paper presents the results of a study of the component composition of esteric oil obtained from various organs of *Salvia* genus plants from the collection of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (CBG), using gas chromatography. The identification of esteric oil components was carried out based on the retention times of 42 standard substances. In the studied samples 32 components were identified, and isopulegol, menthone, mentofuran, isomenthone, menthol, methylchavicol, anisaldehyde and/or trans-anethole, geraniol and cedrol were not detected. It has been established that the maximum yield of esteric oil is observed in *S. tomentosa* Mill., the minimum – in *S. pratensis* L. The most diverse qualitative composition of the esteric oil is observed in *S. officinalis* L. and *S. tomentosa* Mill. The main components of the esteric oil obtained from the leaves of *S. officinalis* L. are thujone (31.25%), camphor and eucalyptol (about 11%) and borneol (about 9.5%), from the flowers - eucalyptol (15.52%), thujone (14.68%) and borneol (10.28%), stems - thujone (more than 31%). The esteric oil obtained from the flowers of *S. sclarea* L. is rich in linalool and geraniol (24.09 and 18.54%, respectively), and from the leaves – in caryophyllene oxide (20.67%). α - and β -pinenes are the main components of the esteric oil obtained from the leaves and flowers of *S. tomentosa* Mill., and the esteric oil of *S. aethiopsis* L., *S. verticillata* L., *S. pratensis* L. is rich in β -caryophyllene.

Keywords: *Salvia*, esteric oil, α - and β -pinene, eucalyptol, linalool, thujone, camphor, geraniol, β -caryophyllene

For citing: Feskova E.V., Leontiev V.N. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2026, no. 2, pp. 245–254. (in Russ.).
<https://doi.org/10.14258/jcprm.20260215929>.

References

1. Bendif H., Ben Miri Y., Souilah N., Benabdallah A., Miara M.D. *Rhazes: Green and Applied Chemistry*, 2021, vol. 11, no. 2, pp. 71–88. <https://doi.org/10.48419/IMIST.PRSM/rhazes-v11.25070>.
2. *Plants of the World Online. Lamiaceae Martinov.* URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000097-2>.
3. Marchioni I., Najar B., Ruffoni B., Copetta A., Pistelli L., Pistelli L. *Plants*, 2020, vol. 9, no. 6, 691. <https://doi.org/10.3390/plants9060691>.
4. Ezaouine A., Nouadi B., Sbaoui Y., El Messal M., Chegdani F., Bennis F. *Anti-Infective Agents*, 2021, vol. 20, no. 3, e221221199259. <https://doi.org/10.2174/2211352520666211222101244>.
5. Gharehbagh H.J., Ebrahimi M., Dabaghian F., Mojtavaviet S., Hariri R., Saeedi M., Faramarzi M.A., Khanavi M. *BMC Complementary Medicine and Therapies*, 2023, vol. 23, 184. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-04004-w>.
6. Walker J.B., Sytsma K.J. *Annals of Botany*, 2007, vol. 100, no. 2, pp. 375–391. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl176>.
7. *Plants of the World Online. Salvia L.* URL: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000096-2>.
8. *WFO Plant List. Salvia L.* URL: <https://wfo.plantlist.org/taxon/wfo-4000033888-2023-12>.
9. Fu Z., Wang H., Hu X., Sun Z., Han C. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 2013, vol. 3, no. 7, pp. 122–127.
10. Passos F.F. de B., Lopes E. M., de Araujo J.M., de Sousa D.P., Veras L.M.C., Leite J.R.S.A., Almeida F.R. de C. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2015, pp. 1–9. <https://doi.org/10.1155/2015/829414>.
11. Durczyńska Z., Żukowska G. *Journal of Ecological Engineering*, 2024, vol. 2, no. 2, pp. 333–340. <https://doi.org/10.12911/22998993/177404>.
12. Abu-Darwish M.S., Cabral C., Ferreira I.V., Gonçalves M.J., Cavaleiro C., Cruz M.T., Al-bdour T.H., Salgueiro L. *BioMed Research International*, 2013, vol. 2013. <https://doi.org/10.1155/2013/538940>.
13. Kammoun El Euch S., Hassine D.B., Cazaux S., Bouzouita N., Bouajila J. *South African Journal of Botany*, 2019, vol. 120, pp. 253–260. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2018.07.010>.
14. Korolyuk Ye.A., Konig V., Tkachev A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2002, no. 1, pp. 43–48. (in Russ.).
15. Pitarokili D., Tzakou O., Loukis A. *Flavour and Fragrance Journal*, 2006, vol. 21, no. 4, pp. 670–673. <https://doi.org/10.1002/ffj.1647>.
16. Yermachenkov R.E., Markov A.L., Agayev M.M., Burtseva Ye.V., Terninko I.I. *Razrabotka i registratsiya lekarstvennykh sredstv*, 2024, vol. 13, no. 4, pp. 161–179. <https://doi.org/10.33380/2305-2066-2024-13-4-1832>. (in Russ.).
17. Anačkov G., Božin B., Zorić L., Vukov D., Mimica-Dukić N., Merkulov L., Igić R., Jovanović M., Boža P. *Molecules*, 2009, vol. 14, pp. 1–9. <https://doi.org/10.3390/molecules14010001>.
18. Avci A.B. *Suleyman Demirel University Journal of Natural and Applied Science*. 2013, vol. 17, no. 1. pp. 1–4.
19. Tepe B., Daferera D., Sokmen A., Sokmen M., Polissiou M. *Food Chemistry*, 2005, vol. 90, pp. 333–340. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2003.09.013>.
20. Haznedaroglu M.Z., Yurdasiper A., Koyu H., Yalcin G., Ozturk I., Gokce E.H. *Latin American Journal of Pharmacy (formerly Acta Farmaceutica Bonaerense)*, 2013, vol. 32, no. 6, pp. 845–851.
21. Hanlidou E., Karousou R., Lazari D. *Chemistry & Biodiversity*, 2014, vol. 11, pp. 1205–1215. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201300408>.
22. Göze İ., Vural N., Ercan N. *Natural volatiles & essential oils*, 2016, vol. 3, no. 4, pp. 1–7.
23. *Plants for a future*. URL: <https://pfaf.org/user/DatabaseSearchResult.aspx>.
24. *European Pharmacopoeia, 10 edition*. Strasbourg, 2019, 4318 p.

* Corresponding author.

25. *The Japanese pharmacopoeia, 18 edition*. The Ministry of health, labour and welfare, 2021, 2806 p.
26. *Gosudarstvennaya farmakopeya Respubliki Belarus' II. T. 2. Kontrol' kachestva vspomogatel'nykh veshchestv i lekarstvennogo rastitel'nogo syr'ya*. [State Pharmacopoeia of the Republic of Belarus II. Vol. 2. Quality control of excipients and medicinal plant materials]. Molodechno, 2012, 472 p. (in Russ.).
27. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii XIV izdaniya*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation, 14th edition]. Moscow, 2018. URL: <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/shalfeya-lekarstvennogo-listya-salviae-officinalis-fovia/>. (in Russ.).
28. *Natsional'nyy pravovoy Internet-portal Respubliki Belarus'. Resheniye kollegii yevraziyskoy ekonomiche-skoy komissii ob anatomo-terapevticheskom khimicheskoy klassifikatsii lekarstvennykh sredstv* [National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus. Decision of the Board of the Eurasian Economic Commission on the Anatomical Therapeutic Chemical Classification of Medicines]. URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=F91800098>. (in Russ.).
29. *DrugBank. alpha-Pinene*. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB15573>.
30. *DrugBank. beta-Pinene*. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB15574>.
31. *PubChem. Eucalyptol*. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Eucalyptol>.
32. Bhowal M., Gopal M. *RGUHS Journal of Pharmaceutical Sciences*. 2015, vol. 5, no. 4, pp. 125–131.
33. *Kod ATKh: R05CA13. Tsineol* [ATX code: R05CA13. Cineole]. URL: <https://classinform.ru/atc-classifikatsija/r05ca13.html>. (in Russ.).
34. *Handbook of Medicinal Herbs: Linalool*. URL: https://www.enpab.it/images/2018/James_A._Duke_-_Handbook_of_Medicinal_Herbs.pdf.
35. Dos Santos E.R.Q., Maia J.G.S., Fontes-Júnior E.A., do Socorro Ferraz Maia C. *Current Neuropharmacology*, 2022, vol. 20, no. 6, pp. 1073–1092. <https://doi.org/10.2174/1570159X19666210920094504>.
36. Zámboiné Németh É., Thi Nguyen H. *Phytochemistry Reviews*, 2020, vol. 19, pp. 405–423. <https://doi.org/10.1007/s11101-020-09671-y>.
37. Pelkonen O., Abass K., Wiesner J. *Regulatory Toxicology and Pharmacology*, 2013, vol. 65, no. 1, pp. 100–107. <https://doi.org/10.1016/j.yrtph.2012.11.002>.
38. Al Kury LT., Abdoh A., Ikbariah K., Sadek B., Mahgoub M. *Molecules*, 2022, vol. 27, 182. <https://doi.org/10.3390/molecules27010182>.
39. *DrugBank. Camphor*. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB01744>.
40. *Kod ATKh: C01EB02. Kamfora* [ATX code: C01EB02. Camphor]. URL: <https://classinform.ru/atc-classifikatsija/c01eb02.html>. (in Russ.).
41. Zhang Q.-L., Fu B.M., Zhang Z.-J. *Drug Delivery*, 2017, vol. 24, no. 10, pp. 1037–1044. <https://doi.org/10.1080/10717544.2017.1346002>.
42. *DrugBank. Geraniol*. URL: <https://go.drugbank.com/drugs/DB14183>.
43. *PubChem. beta-Caryophyllene*. URL: <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/beta-Caryophyllene>.
44. Fidyk K., Fiedorowicz A., Strzadala L., Szumny A. *Cancer Medicine*, 2016, vol. 5, no. 10, pp. 3007–3017. <https://doi.org/10.1002/cam4.816>.
45. Moattar F.S., Sariri R., Giahhi M., Yaghmaee P. *Journal of Applied Biotechnology Reports*, 2018, vol. 5, no. 2, pp. 55–58. <https://doi.org/10.29252/JABR.05.02.03>.

Received October 2, 2024

Revised February 26, 2025

Accepted May 12, 2026

Сведения об авторах

Феськова Елена Владимировна – кандидат технических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, lina.feskova@mail.ru

Леонтьев Виктор Николаевич – кандидат химических наук, доцент, заведующий кафедрой, leontiev@belstu.by

Information about authors

Feskova Elena Vladimirovna – Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Leader Researcher, lina.feskova@mail.ru

Leontiev Viktor Nikolaevich – Candidate of Chemical Sciences, Associate Professor, Head of Department, leontiev@belstu.by