УДК 577.115:615.322

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ЖИРНОКИСЛОТНОГО СОСТАВА ЛИПИДОВ СЕМЯН РАЗЛИЧНЫХ ВИДОВ *SALVIA* (LAMIACEAE)

© 2024 г. Е. В. Феськова^{1*}, В. Н. Леонтьев¹, А. А. Кислякова¹, И. Н. Тычина²,
Т. В. Гиль², Б. Ю. Аношенко², В. В. Титок²

¹Белорусский государственный технологический университет, г. Минск, Республика Беларусь

²Центральный ботанический сад НАН Беларуси, г. Минск, Республика Беларусь

* e-mail: lena.feskova@mail.ru

Поступила в редакцию 25.01.2024

После доработки 10.02.2024

Принята к публикации 13.02.2024

В работе представлены результаты определения жирнокислотного состава липидов семян девяти видов рода *Salvia* L. (Lamiaceae), интродуцированных в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси (ЦБС). Отмечена значительная вариабельность в содержании жирных кислот в липидах семян исследованных видов: содержание пальмитиновой кислоты составляет в среднем около 7%, исключением является только *S. tomentosa* Mill. (0.12%). Липиды семян *S. aethiopsis* L., *S. sclarea* L., *S. deserta* Schang и *S. pratensis* L. богаты α -линоленовой кислотой (содержание более 40%). Массовая доля линолевой кислоты колеблется от 17.3% (у *S. aethiopsis*) до 64% (у *S. officinalis* L. и *S. tomentosa*). Установлено, что соотношения жирных кислот являются видоспецифичными. Доля влияния генотипа (вида) на изменчивость содержания основных жирных кислот находилась в диапазоне от 62 до 98% и, следовательно, влияние метеорологических условий составляло от 2 до 38%.

Ключевые слова: *Salvia*, жирнокислотный состав, линолевая кислота, α -линоленовая кислота, соотношение омега-6 и омега-3 жирных кислот, климатические условия

DOI: 10.31857/S0033994624020072, **EDN:** PYECKH

Шалфей (*Salvia* L.) — род многолетних травянистых растений и кустарников семейства Яснотковые (Lamiaceae). По информации из разных источников род насчитывает от 900 до 1049 видов [1–4]. В коллекционном фонде пряно-ароматических и лекарственных растений ЦБС род шалфей представлен 14 видами и одним сортом шалфея мускатного (*Salvia sclarea* L.) собственной селекции — Сюрприз.

Некоторые виды шалфея используют в пищевых и медицинских целях (табл. 1) [5].

В медицинских целях в той или иной степени применяют 19 видов шалфея, наиболее широко из них — 4 вида [5]. В Европейскую фармакопею внесены шалфей лекарственный (*Salvia officinalis* L.) (листья), шалфей краснокорневищный (*Salvia miltiorrhiza* Bunge) (корни и корневища) и шалфей кустарниковый (*Salvia fruticosa* Mill.) (листья), в фармакопею Японии — шалфей краснокорневищный (корни), в фармакопеях Республики Беларусь и Российской Федерации — шалфей лекарственный

(листья). Фармакопейные статьи на масло из соцветий шалфея мускатного и надземной части шалфея лавандолистного (*Salvia lavandulifolia* Vahl.) представлены в Европейской фармакопее, в фармакопее Республики Беларусь есть фармакопейная статья на масло шалфея мускатного [6–9].

Экстракты и эфирные масла шалфея обладают широким спектром биологической активности: антибактериальной, ветрогонной, мочегонной, спазмолитической, противовоспалительной, антиоксидантной, противоопухолевой, противодиабетической, анксиолитической и седативной. Эти растения издавна применяли в народной медицине для лечения эпилепсии, малярии, бронхита, туберкулеза, гепатита и др. [1].

Все виды рода *Salvia* являются эфиромасличными, поэтому биологические эффекты представителей этого рода связаны, в большей степени, со свойствами компонентов их эфирных масел, сосредоточенных главным образом в листьях и цветках растений. Семена шалфеев

Таблица 1. Области применения некоторых видов рода *Salvia* L.**Table 1.** Application of some *Salvia* species

Виды Species	Использование Uses	
	в пищевых целях food	в медицинских целях medicinal
<i>S. officinalis</i>	4	5
<i>S. fruticosa</i>	2	3
<i>S. lavandulifoliae</i>	2	3
<i>S. miltiorrhiza</i>	0	3
<i>S. columbariae</i>	3	2
<i>S. sclarea</i>	2	2
<i>S. verbenaca</i>	2	2
<i>S. microphylla</i>	2	2
<i>S. pomifera</i>	2	2
<i>S. viridis</i>	2	2
<i>S. carnosa</i>	1	2
<i>S. mellifera</i>	1	2
<i>S. lyrata</i>	0	2
<i>S. apiana</i>	3	1
<i>S. elegans</i>	3	1
<i>S. lanata</i>	1	1
<i>S. leucantha</i>	0	1
<i>S. moorcroftiana</i>	1	1
<i>S. plebeia</i>	1	1

Примечание. Оценка: 1 = незначительно, 5 = отлично.
Note. Evaluation: 1 = insignificant, 5 = excellent.

в свою очередь богаты липидами и определение их жирнокислотного состава методом газовой хроматографии может быть использовано для идентификации перспективного растительного сырья, а также служить основой системы непрерывного контроля при производстве продуктов питания и фармацевтических продуктов из семян эфиромасличных культур [10].

Цель работы — сравнительный анализ жирнокислотного состава липидов семян различных видов рода *Salvia*, произрастающих на территории Республики Беларусь.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В качестве объектов исследования использовали семена девяти видов рода *Salvia* из коллекции ЦБС НАН Беларуси: шалфей эфиопский (*S. aethiopsis* L.), шалфей луговой (*S. pratensis* L.), шалфей лекарственный (*S. officinalis* L.), шалфей мутовчатый (*S. verticillata* L.), шалфей мускатный (*S. sclarea* L.), шалфей трансильванский (*S. transsylvanica* (Schur

ex Griseb.) Schur), шалфей пустынный (*S. deserta* Schang) и шалфей клейкий (*S. glutinosa* L.) урожая 2020—2022 гг.; шалфей войлочный (*S. tomentosa* Mill.) урожая 2021 года.

Количественное определение жирнокислотного состава липидов в семенах исследованных видов проводили по модифицированному методу Welch [11]. Семена образцов помещали в стеклянные ампулы, приливали 1 см³ раствора 2%-ной серной кислоты в метаноле с внутренним стандартом — маргариновой кислотой (C_{17:0}; 1.35 мг/см³). Ампулы запаивали на газовой горелке, гидролиз триацилглицеридов с одновременным метилированием образующихся жирных кислот проводили при температуре 80 ± 1 °C в течение 4 ч. Затем ампулы охлаждали до комнатной температуры, вскрывали и экстрагировали метиловые эфиры жирных кислот (МЭЖК) гексаном (0.5 см³). МЭЖК разделяли методом газовой хроматографии на приборе Agilent 7820A GC (Agilent Technologies, США), оснащенный пламенно-ионизационным детектором и капиллярной колонкой ZB-WAX 30 м × 0.25 мм × 0.25 мкм (полиэтиленгликоль). Условия хроматографирования: скорость потока гелия через колонку — 1.36 мл/мин, температура инжектора — 250 °C, детектора — 275 °C, температура термостата колонки — начальная 150 °C (выдержка 1 мин), подъем температуры термостата колонки со скоростью 2.9 °C/мин до 250 °C (выдержка 3 мин). Объем вводимой пробы — 1 мкл.

Идентификацию МЭЖК осуществляли по времени удерживания при разделении стандартных смесей этих веществ (AccuStandart, США) и оценивали в массовых долях от их суммарного содержания по отношению к внутреннему стандарту.

Все экстракционные и хроматографические анализы проводили в трех повторностях. Достоверность генотипических различий жирнокислотного состава липидов оценивали по наименьшей существенной разнице при $p < 0.05$ (НСР₀₅). Статистическую обработку полученных результатов выполняли с помощью компьютерной программы Microsoft Office Excel 2007.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты определения жирнокислотного состава липидов семян различных видов шалфея урожая 2021 года представлены в табл. 2.

Обнаружена значительная вариабельность в содержании жирных кислот в исследованных

Таблица 2. Жирнокислотный состав липидов семян различных видов рода *Salvia* L. урожая 2021 г.
Table 2. Fatty acid composition of seed lipids in different *Salvia* species harvested in 2021

Жирная кислота Fatty acid (C a: b)	Содержание жирных кислот в липидах семян, % Content of fatty acids in seed lipids, %									HCP ₀₅ LSD ₀₅
	<i>S. officinalis</i>	<i>S. verticillata</i>	<i>S. sclarea</i>	<i>S. deserta</i>	<i>S. glutinosa</i>	<i>S. pratensis</i>	<i>S. tomentosa</i>	<i>S. aethiopsis</i>	<i>S. transsylvanica</i>	
C _{8:0}	0.01	0.02	СК	СК	–	0.13	0.17	0.11	0.30	0.00
C _{10:0}	0.01	0.04	СК	0.01	–	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
C _{12:0}	0.03	0.15	0.03	0.09	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
C _{14:0}	0.14	0.11	0.05	0.06	0.05	0.05	0.08	0.05	0.06	0.01
C _{16:0}	8.69	7.78	7.42	6.19	5.76	5.96	0.12	7.36	6.46	0.21
C _{16:1}	0.08	0.10	0.09	0.07	0.05	0.05	0.15	0.09	0.06	0.01
C _{18:0}	3.01	2.67	3.20	3.30	3.94	3.27	2.49	2.78	4.45	0.09
C _{18:1 cis}	18.50	13.30	20.20	10.80	18.50	16.90	17.30	20.50	14.60	0.56
C _{18:1 trans}	1.28	1.65	1.41	1.04	0.88	0.95	1.63	1.48	0.87	0.03
C _{18:2}	64.00	37.40	18.70	28.80	39.00	28.80	63.80	17.30	31.60	0.81
C _{18:3 α}	0.91	28.60	45.80	44.00	28.60	40.20	0.64	47.30	36.60	1.00
C _{20:0}	0.16	0.48	0.16	0.25	0.26	0.17	0.19	0.17	0.31	0.01
C _{20:1}	0.53	0.47	0.60	0.63	0.54	0.62	0.55	0.59	0.61	0.02
C _{20:2}	0.04	0.15	0.08	0.19	0.16	0.10	0.09	0.07	0.11	0.01
C _{21:0}	0.02	0.08	0.01	0.04	0.03	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01
C _{22:0}	0.14	0.60	0.12	0.28	0.22	0.13	0.19	0.12	0.27	0.01
C _{22:1}	0.08	0.11	0.13	0.14	0.10	0.13	0.10	0.12	0.14	0.01
C _{23:0}	0.03	0.11	0.07	0.05	0.03	0.03	0.04	0.03	0.05	0.01
C _{24:0}	0.13	0.47	0.17	0.39	0.12	0.11	0.08	0.10	0.25	0.01

Примечание. Ca: b — число атомов углерода (a): количество двойных связей (b).

СК — следовые количества.

HCP₀₅ — наименьшая существенная разница между генотипами при уровне значимости < 0.05.

Note. Ca: b — number of carbon atoms (a): number of double bonds (b).

СК — trace amounts.

LSD₀₅ — the least significant difference between genotypes at the significance level < 0.05.

образцах. Содержание пальмитиновой кислоты (C_{16:0}) составляло в среднем около 7%. исключением является только шалфей войлочный, в котором липиды семян содержали только 0.12% этой кислоты.

Значимых различий в содержании стеариновой кислоты (C_{18:0}) у исследованных видов шалфея не наблюдали.

Семена шалфея эфиопского, ш. мускатного, ш. пустынного и ш. лугового насыщены α-линоленовой кислотой (C_{18:3}), ее содержание в липидах семян этих видов составляет более 40%.

Массовая доля линолевой кислоты (C_{18:2}) колеблется от 17.3% (у шалфея эфиопского) до 64% (у ш. лекарственного и ш. войлочного), в то время как содержание α-линоленовой кислоты (C_{18:3}) у двух последних видов составляет менее 1%.

Существуют две группы важнейших непредельных жирных кислот в организме человека: омега-3 и омега-6 [12]. Для гомеостаза и нормального развития человеческого организма важно не столько наличие той или иной жирной кислоты, сколько баланс двух полиненасыщенных незаменимых жирных кислот α-линоленовой (омега-3) и линолевой (омега-6).

Линолевая кислота обеспечивает в организме синтез арахидоновой кислоты, α -линоленовая кислота является предшественником синтеза в организме длинноцепочечных жирных кислот — эйкозапентаеновой и докозагексаеновой, которые обладают свойствами поддерживать сердечную и нервную деятельность, зрение, ослаблять симптомы воспалительных заболеваний.

Омега-3 жирные кислоты снижают уровень триглицеридов в сыворотке крови, уменьшают риск образования тромбов в сосудах, способствуют синтезу простагландинов, поддерживающих иммунный статус организма, и необходимых для нормального функционирования надпочечников и щитовидной железы [13].

Омега-6 жирные кислоты по своей сути не вредны для здоровья, если их получать из цельных продуктов, таких как орехи и семена [14, 15]. Однако при высоком потреблении данных кислот из рафинированных растительных масел, они могут способствовать воспалению и окислительному стрессу, которые в свою очередь могут привести к ухудшению здоровья сердца, если рацион питания характеризуется низким потреблением омега-3 жирных кислот [16, 17].

Линоленовой и линолевой кислотам, согласно анатомо-химически-терапевтической (АТХ) классификации, присвоены АТХ коды: линоленовой кислоте — АТХ код С10АХ06 (омега-3 триглицериды, включая другие эфиры и кислоты),

С10АХ — гипохолестеринемические и гипотриглицеридемические препараты для лечения заболеваний сердечно-сосудистой системы) [18], а линолевой кислоте — АТХ коды D02AC02 (линолевая кислота), D02AC52 (линолевая кислота в комбинации), D02AC — препараты, содержащие мягкий парафин и жиры для лечения заболеваний кожи [19, 20].

В табл. 3 представлено содержание насыщенных (НЖК), мононенасыщенных (МНЖК) и полиненасыщенных (ПНЖК) жирных кислот, а также соотношение омега-6: омега-3 жирных кислот в изученных видах шалфея.

Сумма НЖК по видам варьирует от 3.4% (у шалфея войлочного) до 12.5% (у шалфея мутовчатого), сумма ненасыщенных жирных кислот (МНЖК + ПНЖК) — от 81.8% (у шалфея мутовчатого) до почти 88% (у шалфея лугового и шалфея клейкого). Ненасыщенные жирные кислоты представлены в основном кислотами C₁₈.

Соотношение омега-6: омега-3 жирных кислот составляет от 0.37 (у шалфея эфиопского) до 99.7 (у шалфея войлочного).

Результаты анализа по определению жирнокислотного состава липидов семян различных видов шалфея свидетельствуют о том, что для применения в пищевой промышленности или в лечебных целях перспективными могут быть семена шалфея мутовчатого и шалфея клейкого.

Таблица 3. Содержание НЖК, МНЖК, ПНЖК и соотношение омега-6: омега-3 жирных кислот в изученных видах рода *Salvia* L.

Table 3. Content of SFAs, MUFAs, PUFAs and the ratio of omega-6: omega-3 fatty acids in the studied *Salvia* species

Виды Species	НЖК, % SFAs, %	МНЖК, % MUFAs, %	ПНЖК, % PUFAs, %	омега-6: омега-3 omega-6: omega-3
<i>S. officinalis</i>	12.4	20.5	65.0	70.30
<i>S. verticillata</i>	12.5	15.6	66.2	1.31
<i>S. sclarea</i>	11.2	22.4	64.6	0.41
<i>S. deserta</i>	10.7	12.7	73.0	0.65
<i>S. glutinosa</i>	10.4	20.1	67.8	1.36
<i>S. pratensis</i>	9.9	18.7	69.1	0.72
<i>S. tomentosa</i>	3.4	19.7	64.5	99.70
<i>S. aethiopsis</i>	10.7	22.8	64.7	0.37
<i>S. transsylvanica</i>	12.2	16.3	68.3	0.86
HCP ₀₅ LSD ₀₅	0.22	0.57	1.35	0.46

Примечание. HCP₀₅ — наименьшая существенная разница между генотипами при уровне значимости < 0.05.
Note. LSD₀₅ — the least significant difference between genotypes at the significance level < 0.05.

Также нами проведены исследования по оценке влияния климатических условий на содержание жирных кислот в липидах семян рода *Salvia*.

Масличность семян и жирнокислотный состав масла — генетически детерминированные признаки, но условия выращивания могут оказывать влияние на урожайность, накопление масла и его состав.

Климатические данные в период наблюдения получены с метеорологической станции Минск (местоположение метеостанции 53°55'43" с. ш., 27°38'7" в. д., высота над ур. моря 231 м) [21] и представлены в табл. 4 (местоположение ЦБС НАН Беларуси: 53°54'58" с. ш., 27°36'45" в. д.).

Период с мая по август 2022 года характеризовался минимальной суммой осадков. В июне среднемесячная температура во все годы наблюдения была выше климатической нормы, июнь 2020 года характеризовался значительными осадками, 2021 года — количество осадков было близким к климатической норме, в 2022 году осадков выпало на 36% ниже нормы.

Для июля 2020 и 2022 гг. была характерна температура ниже климатической нормы, в то время как июль 2021 г. был наиболее теплым (среднемесячная температура была выше климатической нормы почти на 3 °С) и засушливым (количество осадков ниже климатической нормы более чем на 50%).

Среднемесячная температура августа была ниже климатической нормы в 2020 и 2021 гг. Наиболее близким к климатической норме по выпадению осадков стал август 2021 г., а самым засушливым — август 2022 г.

Результаты дисперсионного анализа жирнокислотного состава в липидах семян растений изученных видов урожая 2020—2022 гг. представлены в табл. 5.

Установлены достоверные различия между видами шалфея по содержанию жирных кислот, за исключением минорных кислот: арахидиновой ($C_{20:0}$), генэйкоциловой ($C_{21:0}$), бегеновой ($C_{22:0}$), трикоциловой ($C_{23:0}$), лигноцериновой ($C_{24:0}$), т. е. характер соотношения жирных кислот являлся видоспецифичным.

Таблица 4. Метеорологические показатели в период наблюдения
Table 4. Meteorological indicators during the observation period

Месяц Month	Май May	Июнь June	Июль July	Август August
2020 год Year 2020				
Средняя температура за месяц, °С / отклонение от климатической нормы, °С Average temperature for the month, °С / deviation from climatological norms, °С	10.4 / −3.0	19.2 / +2.1	17.4 / −1.7	17.8 / −0.4
Осадки, мм /% от климатической нормы Precipitation, mm /% of climatological norms	52 / 80	133 / 149	69 / 78	61 / 89
2021 год Year 2021				
Средняя температура за месяц, °С / отклонение от климатической нормы, °С Average temperature for the month, °С / deviation from climatological norms, °С	11.5 / −1.9	19.2 / +2.1	21.9 / +2.8	16.9 / −1.3
Осадки, мм /% от климатической нормы Precipitation, mm /% of climatological norms	113 / 171	84 / 107	41 / 43	74 / 104
2022 год Year 2022				
Средняя температура за месяц, °С / отклонение от климатической нормы, °С Average temperature for the month, °С / deviation from climatological norms, °С	10.8 / −2.6	18.3 / +1.2	17.9 / −1.2	20.5 / +2.3
Осадки, мм /% от климатической нормы Precipitation, mm /% of climatological norms	87 / 132	50 / 64	91 / 94	12 / 17

Таблица 5. Генетические различия жирнокислотного состава липидов семян некоторых видов рода *Salvia* L. (2020—2022 гг.)
Table 5. Genetic diversity of the fatty acid composition of seeds lipids of some species of the genus *Salvia* L. (2020—2022)

Жирная кислота Fatty acid (C a: b)	<i>S. glutinosa</i>	<i>S. deserta</i>	<i>S. officinalis</i>	<i>S. verticillata</i>	<i>S. sclarea</i>	<i>S. transsylvanica</i>	<i>S. pratensis</i>	<i>S. aethiops</i>	Среднее значение по всем генотипам Average value for all genotypes	min	max	F-критерий F-test	Доля влияния генотипа, (%) Fraction of genotype effects, (%)	HCP ₀₅ LSD ₀₅
C _{8:0}	0.00	0.00	0.08	0.12	0.10	0.21	0.13	0.13	0.09	0.00	0.30	4.0	64	0.10
C _{10:0}	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.04	1.6	44	0.01
C _{12:0}	0.01	0.03	0.01	0.05	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.15	1.0	22	0.05
C _{14:0}	0.05	0.06	0.11	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.02	0.14	4.7	58	0.03
C _{16:0}	5.76	6.06	7.63	6.49	7.08	5.44	5.88	6.91	6.48	4.74	8.69	6.7	62	0.88
C _{16:1}	0.06	0.06	0.07	0.08	0.09	0.05	0.04	0.06	0.06	0.02	0.10	3.1	49	0.02
C _{18:0}	3.70	3.25	2.32	2.40	3.02	3.30	3.52	2.72	3.15	1.97	4.45	4.9	62	0.69
C _{18:1cis}	18.60	9.72	13.80	10.50	17.20	11.00	17.30	15.50	14.2	8.86	21.50	8.7	65	3.57
C _{18:1trans}	0.90	0.98	1.19	1.36	1.36	0.80	0.92	1.31	1.11	0.75	1.65	16.9	82	0.17
C _{18:2}	39.00	28.10	71.00	41.40	21.20	32.00	29.80	18.50	34.10	17.30	74.70	158.0	98	3.97
C _{18:3α}	28.10	46.20	0.97	32.80	46.90	43.50	38.90	51.80	36.50	0.91	54.10	101.0	97	4.87
C _{20:0}	0.26	0.25	0.11	0.25	0.15	0.20	0.18	0.16	0.23	0.09	0.48	1.6	37	0.13
C _{20:1}	0.55	0.62	0.45	0.39	0.52	0.52	0.61	0.52	0.53	0.31	0.66	9.4	67	0.08
C _{20:2}	0.15	0.17	0.09	0.15	0.08	0.12	0.10	0.08	0.12	0.04	0.19	10.7	83	0.03
C _{21:0}	0.03	0.04	0.01	0.04	0.01	0.03	0.02	0.02	0.03	0.01	0.08	1.9	43	0.02
C _{22:0}	0.24	0.29	0.09	0.26	0.11	0.16	0.13	0.11	0.21	0.05	0.60	1.5	37	0.20
C _{22:1}	0.11	0.14	0.07	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11	0.11	0.05	0.15	3.9	52	0.03
C _{23:0}	0.05	0.10	0.02	0.05	0.07	0.03	0.05	0.04	0.06	0.01	0.22	0.9	30	0.08
C _{24:0}	0.14	0.37	0.07	0.20	0.14	0.14	0.11	0.09	0.20	0.04	0.50	2.7	50	0.17

Примечание. Ca: b — число атомов углерода (a): количество двойных связей (b).

* — различия между генотипами достоверны при уровне значимости < 0.05.

** — различия между генотипами достоверны при уровне значимости < 0.01.

HCP₀₅ — наименьшая существенная разница между генотипами при уровне значимости < 0.05.

Note. Ca: b — number of carbon atoms (a): number of double bonds (b).

* — differences between genotypes are significant at the significance level < 0.05.

** — differences between genotypes are significant at the significance level < 0.01.

LSD₀₅ — the least significant difference between genotypes at the significance level < 0.05.

Содержание основных жирных кислот преимущественно контролируется генотипом — доля влияния вида (генотипа) на изменчивость содержания основных жирных кислот находилась в диапазоне от 62 до 98%. Следовательно, влияние метеорологических условий составляло от 2 до 38%. Наиболее стабильными оказались высокие содержания жирных кислот, например, линолевой ($C_{18:2}$) и α -линоленовой ($C_{18:3}$). Следует отметить, что, хотя содержание олеиновой кислоты ($C_{18:1\text{ cis}}$) было выше, однако оно являлось более метеозависимым, чем содержание элаидиновой кислоты ($C_{18:1\text{ trans}}$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Впервые выполнен сравнительный анализ жирнокислотного состава липидов семян для девяти видов рода *Salvia* L. (Lamiaceae), интродуцированных в ЦБС НАН Беларуси: шалфей эфиопский (*S. aethiopsis* L.), шалфей луговой (*S. pratensis* L.), шалфей лекарственный (*S. officinalis* L.), шалфей мутовчатый (*S. verticillata* L.), шалфей мускатный (*S. sclarea* L.), шалфей трансильванский (*S. transsylvanica* (Schur ex Griseb.) Schur), шалфей пустынный (*S. deserta* Schang) и шалфей клейкий (*S. glutinosa* L.)

урожая 2020—2022 гг.; шалфей войлочный (*S. tomentosa* Mill.) урожая 2021 года.

Липиды семян *S. aethiopsis*, *S. sclarea*, *S. deserta* и *S. pratensis* насыщены α -линоленовой кислотой (содержание более 40%). Минимальное ее содержание (менее 1%) отмечено у *S. officinalis* и *S. tomentosa*, массовая доля линолевой кислоты колебалась от 17.3% (у *S. aethiopsis*) до 64% (у *S. officinalis* и *S. tomentosa*).

Установлено, что характер соотношения жирных кислот является видоспецифичным. Доля влияния генотипа (вида) на изменчивость содержания основных жирных кислот находилась в диапазоне от 62 до 98%.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках НИР «Идентификация и анатомо-терапевтическо-химическая классификация биологически активных соединений коллекции лекарственных растений Центрального ботанического сада НАН Беларуси» ГПНИ «Химические процессы, реагенты и технологии, биорегуляторы и биоорхимия».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Gharehbagh H. J., Ebrahimi M., Dabaghian F., Mojtaviet S., Hariri R., Saeedi M., Ali Faramarzi M., Khanavi M. 2023. Chemical composition, cholinesterase, and α -glucosidase inhibitory activity of the essential oils of some Iranian native *Salvia* species. — BMC Complementary Medicine and Therapies. 23: 184. <https://doi.org/10.1186/s12906-023-04004-w>
2. Walker J. B., Sytsma K. J. 2007. Staminal Evolution in the Genus *Salvia* (Lamiaceae): Molecular Phylogenetic Evidence for Multiple Origins of the Staminal Lever. — Annals of Botany. 100(2): 375—391. <https://doi.org/10.1093/aob/mcl176>
3. Plants of the World Online. *Salvia* L. <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000096-2>
4. WFO Plant List. *Salvia* L. https://wfo.plantlist.org/taxon/wfo-4000033888-2023-12?page=1&hide_syns=true
5. Plants for a future. Search for: *Salvia* <https://pfaf.org/USER/DatabaseSearchResult.aspx>
6. European Pharmacopoeia tenth edition. 2019. Council of Europe. Strasbourg. 4318 p.
7. The Japanese pharmacopoeia eighteenth edition. English version. 2021. The Ministry of health, labour and welfare. 2806 p.
8. Государственная фармакопея Республики Беларусь II. 2012. Т. 2. Контроль качества вспомогательных веществ и лекарственного растительного сырья. Молодечно. 472 с.
9. Институт фармакопеи и стандартизации в сфере обращения лекарственных средств. Шалфея лекарственного листа *Salviae officinalis* folia. <https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/shalfeya-lekarstvennogo-listya-salviae-officinalis-folia/>
10. Лайковская И. В., Титок В. В., Леонтьев В. Н., Акулович И. Л. 2004. Генетический полиморфизм жирнокислотного состава липидов семян масличных культур. — Труды Белорусского государственного технологического университета. Сер. IV. Химия и технология органических веществ. 12: 179—183.
11. Welch R. W. 1977. A micro-method for the estimation of oil content and composition in seed crops. — Journal of the Science of Food and Agriculture. 28(7): 635—638. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740280710>

12. *Moazzami Farida S. H., Radjabian T., Ranjbar M., Salami S. A., Rahmani N., Ghorbani A.* 2016. Fatty acid patterns of seeds of some *Salvia* species from Iran – A Chemotaxonomic Approach. — *Chemistry and Biodiversity*. 13(4): 451–458. <https://doi.org/10.1002/cbdv.201500147>
13. *Субботина М. А.* 2009. Факторы, определяющие биологическую ценность растительных масел и жиров. — *Вестник Кузбасского государственного технического университета*. 2(72): 86–90.
14. *Djuricic I., Calder P. C.* 2021. Beneficial outcomes of Omega-6 and Omega-3 polyunsaturated fatty acids on human health: an update for 2021. — *Nutrients*. 13(7). <https://doi.org/10.3390/nu13072421>
15. *Harris W. S., Mozaffarian D., Rimm E., Kris-Etherton P., Rudel L. L., Appel L. J., Sacks F.* 2009. Omega-6 Fatty Acids and Risk for Cardiovascular Disease: A science advisory from the american heart association nutrition subcommittee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism; council on cardiovascular nursing; and council on epidemiology and prevention. — *Circulation*. 119(6): 902–907. <https://doi.org/10.1161/circulationaha.108.191627>
16. *Johnson G. H., Fritsche K.* 2012. Effect of Dietary Linoleic Acid on Markers of Inflammation in Healthy Persons: A systematic review of randomized controlled trials. — *Journal of the academy of nutrition and dietetics*. 112(7): 1029–1041. <https://doi.org/10.1016/j.jand.2012.03.029>
17. *DiNicolantonio J. J., O'Keefe J. H.* 2018. Omega-6 vegetable oils as a driver of coronary heart disease: the oxidized linoleic acid hypothesis. — *Open Heart*. 5(2). <https://doi.org/10.1136/openhrt-2018-000898>
18. *ICD and ATC codes.* <https://icdcode.info/russian/atc/code-c10ax.html>
19. *ICD and ATC codes.* <https://icdcode.info/deutsch/search/p0/s9/Linols%C3%A4ure>
20. *ICD and ATC codes.* <https://icdcode.info/russian/atc/code-d02ac.html>
21. *Погода и климат.* Погода в Минске. <http://www.pogodaiklimat.ru/forecast/26850.htm>

Comparative Analysis of Fatty Acid Composition of Lipids in Seeds of Various *Salvia* (Lamiaceae) Species

© 2024. E. V. Feskova^{1*}, V. N. Leontiev¹, A. A. Kisliakova¹, I. N. Tychina², T. V. Gil²,
B. Yu. Anoshenko², V. V. Titok²

¹Belarusian State Technological University, Minsk, Republic of Belarus

²Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk, Republic of Belarus

* e-mail: lena.feskova@mail.ru

Abstract – The article presents the results of a study of the fatty acid composition of seed lipids in some *Salvia* L. (Lamiaceae) species introduced in the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus. Significant variability in the content of fatty acids in the seed lipids of the studied sage species was observed: the average content of palmitic acid was about 7% with the only exception being *S. tomentosa* Mill. (0.12%). The seeds of *S. aethiopsis* L., *S. sclarea* L., *S. deserta* Schang и *S. pratensis* L. are rich in α -linolenic acid (more than 40%). The content of linoleic acid ranges from 17.3% in *S. aethiopsis* to 64% in *S. officinalis* L. and *S. tomentosa*. It has been established that the nature of the fatty acid ratio is species-specific. The contribution of species to the variability of essential fatty acids ranged from 62 to 98% and, therefore, the influence of meteorological conditions ranged from 2 to 38%.

Keywords: *Salvia*, fatty acid composition, linoleic acid, α -linolenic acid, omega-6: omega-3, climatic conditions

ACKNOWLEDGMENTS

The work was carried out within the framework of the research project “Identification and anatomical-therapeutic-chemical classification of biologically active compounds from the collection of medicinal plants of the Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus” of the state scientific research program “Chemical processes, reagents and technologies, bioregulators and bioorganic chemistry”.

REFERENCES

1. Gharehbagh H. J., Ebrahimi M., Dabaghian F., Mojtaviet S., Hariri R., Saeedi M., Faramarzi M. A., Khanavi M. 2023. Chemical composition, cholinesterase, and α -glucosidase inhibitory activity of the essential oils of some Iranian native *Salvia* species. — BMC Complement. Med. Ther. 23: 184.
<https://doi.org/10.1186/s12906-023-04004-w>
2. Walker J. B., Sytsma K. J. 2007. Staminal evolution in the genus *Salvia* (Lamiaceae): molecular phylogenetic evidence for multiple origins of the staminal lever. — Ann. Bot. 100(2): 375—391.
<https://doi.org/10.1093/aob/mcl176>
3. Plants of the World Online. *Salvia* L.
<https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:30000096-2>
4. WFO Plant List. *Salvia* L.
<https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-4000033888-2023-12>
5. Plants for a future. Search for: *Salvia*.
<https://pfaf.org/user/Plant.aspx?LatinName=Salvia>
6. European pharmacopoeia 10th Edition. Council of Europe. Strasbourg. 4318 p.
7. The Japanese pharmacopoeia XVIII. (JP XVIII). English version. 2021. The Ministry of Health, Labour and Welfare. 2806 p.
<https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/0000066597.html>
8. [The state pharmacopoeia of the Republic of Belarus II. Vol. 2. Quality control of excipients and herbal substances]. 2012. Molodechno. 472 p. (In Russian)
9. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XIV. *Salviae officinalis* folia. Pharmacopoeial article FS.2.5.0051.15.]. Vol. IV. 2018. Moscow. P. 6614—6621.
<https://pharmacopoeia.regmed.ru/pharmacopoeia/izdanie-14/2/2-5/shalfeya-lekarstvennogo-listya-salviae-officinalis-fovia/> (In Russian)
10. Lajkovskaya I. V., Titok V. V., Leont'ev V. N., Akulovich I. L. 2004. [Genetic polymorphism of fatty acid composition of oil-seed lipids]. — Proceedings of BSTU. Chemistry, Technology of Organic Substances and Biotechnology. 12: 179—183.
<https://elib.belstu.by/handle/123456789/30840> (In Russian)
11. Welch R. W. 1977. A micro-method for the estimation of oil content and composition in seed crops. — J. Sci. Food Agric. 28(7): 635—638.
<https://doi.org/10.1002/jsfa.2740280710>
12. Moazzami Farida S. H., Radjabin T., Ranjbar M., Salami S. A., Rahmani N., Ghorbani A. 2016. Fatty acid patterns of seeds of some *Salvia* species from Iran — A chemotaxonomic approach. — Chem. Biodiversity. 13(4): 451—458.
<https://doi.org/10.1002/cbdv.201500147>
13. Subbotina M. A. 2009. [Factors determining the biological value of vegetable oils and fats]. — Bulletin of the Kuzbass State Technical University. 2(72): 86—90.
<https://journals.kuzstu.ru/article/2416.pdf> (In Russian)
14. Djuricic I., Calder P. C. 2021. Beneficial Outcomes of Omega-6 and Omega-3 Polyunsaturated Fatty Acids on Human Health: An Update for 2021. — Nutrients. 13(7).
<https://doi:10.3390/nu13072421>
15. Harris W. S., Mozaffarian D., Rimm E., Kris-Etherton P., Rudel L. L., Appel L. J., Sacks F. 2009. Omega-6 Fatty Acids and Risk for Cardiovascular Disease: A science advisory from the american heart association nutrition subcommittee of the council on nutrition, physical activity, and metabolism; council on cardiovascular nursing; and council on epidemiology and prevention. — Circulation. 119(6): 902—907.
<https://doi:10.1161/circulationaha.108.191627>
16. Johnson G. H., Fritsche K. 2012. Effect of Dietary Linoleic Acid on Markers of Inflammation in Healthy Persons: A systematic review of randomized controlled trials. — Journal of the Academy of Nutrition and Dietetics. 112(7): 1029—1041.
<https://doi:10.1016/j.jand.2012.03.029>
17. DiNicolantonio J. J., O'Keefe J. H. 2018. Omega-6 vegetable oils as a driver of coronary heart disease: the oxidized linoleic acid hypothesis. — Open Heart. 5(2).
<https://doi:10.1136/openhrt-2018-000898>
18. ICD and ATC codes.
<https://icdcode.info/russian/atc/code-c10ax.html>
19. ICD and ATC codes.
<https://icdcode.info/deutsch/search/p0/s9/Linols%C3%A4ure>
20. ICD and ATC codes.
<https://icdcode.info/russian/atc/code-d02ac.html>
21. [Weather and climate. Weather in Minsk].
<http://www.pogodaiklimat.ru/forecast/26850.htm>