

УДК 615.322:581.192:582.929.4

БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА, ПРОЯВЛЯЮЩИЕ АНТИОКСИДАНТНУЮ АКТИВНОСТЬ, НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ СЕМЕЙСТВА *LAMIACEAE*, КУЛЬТИВИРУЕМЫХ В СТАВРОПОЛЬСКОМ КРАЕ

© *И.В. Попов*^{1*}, *В.В. Чумакова*², *О.И. Попова*¹, *В.Ф. Чумаков*²

¹Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал ВолгГМУ
Минздрава России, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357500 (Россия),
e-mail: beegeeslover@mail.ru

²Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр,
ул. Никонова, 49, Михайловск, 356241 (Россия)

Объектом исследования явились образцы сырья растений семейства *Lamiaceae*, созданные в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», с использованием различных методов селекции: шалфея лекарственного листа (сорт «Добрыня»), душицы обыкновенной трава (сорт «Карамелька»), шалфея мускатного трава (сорт «Салют»), чабера садового трава (сорт «Карпуз»), лопанта анисового трава (сорт «Премьер»), иссопа лекарственного трава (сорт «Розовый фламинго»). В результате проведенных исследований методом высокоэффективной жидкостной хроматографии был установлен компонентный состав фенольных соединений (флавоноидов и фенолкарбоновых кислот). В исследуемых объектах определено количественное содержание эфирного масла, флавоноидов и дубильных веществ. В листьях шалфея лекарственного идентифицировано 11 фенольных соединений, 2.72% эфирного масла, 1.22% флавоноидов, 12.20% дубильных веществ; в траве душицы обыкновенной – 9 соединений, 1.80% эфирного масла, 2.10% флавоноидов, 8.64% дубильных веществ; в траве шалфея мускатного – 11 соединений, 0.45% эфирного масла, 2.25% флавоноидов, 10.51% дубильных веществ; в траве чабера садового – 11 соединений, 0.68% эфирного масла, 0.85% флавоноидов, 9.37% дубильных веществ; в траве лопанта анисового – 11 соединений, 2.15% эфирного масла, 2.06% флавоноидов, 8.30% дубильных веществ; в траве иссопа лекарственного – 9 соединений, 0.78% эфирного масла, 0.91% флавоноидов, 9.55% дубильных веществ. Определение антиоксидантной активности, проведенное двумя способами (амперометрическим и титриметрическим), показало, что водно-спиртовые извлечения растительного сырья новых сортов представителей семейства *Lamiaceae*, созданных и максимально адаптированных к условиям Ставрополя, могут быть основой для получения фитопрепаратов с антиоксидантной активностью.

Ключевые слова: антиоксидантная активность, *Lamiaceae*, интродукция, эфирное масло, флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты.

Введение

В настоящее время широкое распространение получило представление о фундаментальном значении свободнорадикальных и иных химически активных производных кислорода как в процессе старения орга-

Попов Иван Викторович – кандидат фармацевтических наук, преподаватель кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, e-mail: beegeeslover@mail.ru

Чумакова Вера Владимировна – заведующая лабораторией селекции и первичного семеноводства кормовых и лекарственных трав, e-mail: sosna777@bk.ru

Попова Ольга Ивановна – доктор фармацевтических наук, профессор, профессор кафедры фармакогнозии, ботаники и технологии фитопрепаратов, e-mail: beegeeslover@mail.ru

Чумаков Валерий Федорович – научный сотрудник лаборатории селекции и первичного семеноводства кормовых и лекарственных трав, e-mail: sosna777@bk.ru

низма, так и при заболеваниях различной природы. Однако полностью избежать образования активных производных кислорода в ходе утилизации атомарного кислорода аэробными формами жизни невозможно. Вследствие этого в ходе эволюции сформировались механизмы, минимизирующие разрушительное действие активных производных кислорода. Ключевую роль в противодействии, возникающем в организме активных производных кислорода, выполняет система антиоксидантной защиты.

* Автор, с которым следует вести переписку.

Эта система включает в себя различные органические соединения, такие как ферменты и неферментные белки, а также низкомолекулярные соединения. Компоненты антиоксидантной системы способны действовать как в составе сложных ферментативных комплексов, так и автономно. По механизму своего действия антиоксиданты могут выступать в качестве редок-факторов – ликвидаторов активных производных кислорода и регенераторов модифицированных оксидантами биологических структур [1].

В целях защиты организма от перекисного окисления все чаще применяют растительное сырье, содержащее большой набор биологически активных веществ (эфирные масла, различные фенольные соединения, в том числе флавоноиды), обладающих высокой биодоступностью и практически нулевой токсичностью [2–8].

На сегодняшний день имеется ряд научных работ, посвященных исследованию природных антиоксидантов, в особенности флавоноидов, при различных заболеваниях [9].

Антиоксиданты могут выступать как потенциальные противовирусные препараты. Это связано с тем, что в патогенезе вирусных инфекций немалую роль играет окислительный стресс. Антиоксиданты, противодействуя разрушительному воздействию активных форм кислорода и азота, в том числе и свободных радикалов, предотвращают развитие заболеваний, связанных с окислительным стрессом [10–11].

Показано наличие антиоксидантных свойств у экстракта *Calendula officinalis* в условиях острого токсического поражения печени [12].

В работах ученых показано, что флавоноиды аврана лекарственного (*Gratiola officinalis* L.) снижают интенсивность процессов перекисного окисления липидов и могут оказывать влияние на развитие и прогрессирование опухолевого процесса [13].

Флавоноид дигидрокверцетин эффективен при инфертильности, обусловленной нарушением сперматогенеза [14].

Исследования по выявлению наличия антиоксидантных свойств у различных растений в настоящее время проводятся все шире и шире. Так, последние исследования показали, что выраженные антиоксидантные свойства выявлены даже у некоторых малоизученных растений, например, таких как дурнишник обыкновенный (*Xanthium strumarium* L.) [15].

В связи этим особый интерес представляют сорта лекарственных и эфиромасличных растений, выращиваемые на территории Ставропольского края, с целью определения в них биологически активных веществ, способных проявлять антиоксидантную активность [16–18].

Экспериментальная часть

Объектом исследования явились образцы сырья селекционных сортов растений семейства яснотковые (*Lamiaceae*), созданных в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», г. Михайловск, с использованием различных методов селекции на основе местного дикорастущего и интродуцированного генофонда: шалфея лекарственного листья (*Salvia officinalis folia*), сорт «Добрыня»; душицы обыкновенной трава (*Origanum vulgare herba*), сорт «Карамелька»; шалфея мускатного трава (*Salvia sclarea herba*), сорт «Салют»; чабера садового трава (*Satureja hortensis herba*), сорт «Карапуз»; лопуха анисового трава (*Lophanthus anisatus herba*), сорт «Премьер»; иссопа лекарственного трава (*Hyssopus officinalis herba*), сорт «Розовый фламинго».

Заготовку растений проводили с конца июля по середину августа 2018 г. на опытных участках, в период, когда растения находились в максимальной фазе цветения.

Сушили сырье воздушно-теневым путем, при температуре воздуха 25–27 °С. [19].

Для фитохимических исследований из каждого вида сырья получали водно-спиртовые извлечения в соотношении 1 : 20. В качестве экстрагента был выбран спирт этиловый 70%. Экстракцию проводили при нагревании на водяной бане при t 100–105 °С в колбе, объединенной с обратным холодильником для предотвращения потери экстрагента, время полной экстракции – 1 ч, затем полученные извлечения фильтровали и охлаждали [20].

Компонентный состав фенольных соединений изучали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) путем сравнения со стандартными образцами.

В качестве стандартных образцов были выбраны индивидуальные соединения, которые обнаруживались в проводимых ранее исследованиях изучаемых нами объектов – 7 стандартных образцов флавоноидов: кверцетин, кемпферол, лютеолин, апигенин, рутин, гиперозид, цинарозид, и 7 стандартных образцов фенолкарбоновых кислот: кофейная, галловая, хлорогеновая, коричная, феруловая, розмариновая, цикориевая [21–26].

Для проведения анализа был использован хроматограф GILSON (страна-изготовитель Франция), инжектор RHEODYNE 7125 (ручной, страна изготовитель США). Неподвижная фаза – металлическая колонка Kromasil C18 с размерами 4.6 × 250.0 мм, размер частиц 5 мкм. Подвижная фаза: метанол – вода – кислота фосфорная концентрированная (20 : 80 : 0.5). Скорость подачи элюента – 0.8 мл/мин, продолжительность анализа – 60 мин, температурный режим – 20–24 °C [20].

Детектирование проводили с помощью УФ-детектора GILSON марки UV/VIS 151 при длине волны 254 нм. Соединения идентифицировали по времени удерживания (мин) путем сравнения с аналогичными показателями используемых в эксперименте стандартных образцов. Для обработки результатов исследования использовали программу «Multichrome for Windows» [27].

Условия проведения методики (выбор необходимой длины волны, выбор подвижной фазы, скорость подачи элюента, продолжительность анализа) были ранее апробированы при исследовании фенольных соединений листьев и побегов розмарина лекарственного методом ВЭЖХ [20].

Количественное определение эфирного масла в образцах растительного сырья осуществляли методом гидродистилляции по методике Государственной фармакопеи РФ XIV издания, ОФС.1.5.3.0010.15 «Определение содержания эфирного масла в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» [28].

Количественное содержание флавоноидов проводили по реакции окрашивания флавоноидов после обработки извлечений алюминия хлоридом с дальнейшим определением оптической плотности спектрофотометрическим методом на спектрофотометре СФ-2000.

Государственная фармакопея РФ XIV издания, ФС.2.5.0012.15 «Душицы обыкновенной трава» количественное содержание суммы флавоноидов рекомендует проводить в пересчете на лютеолин [28].

В ФС 2.5.0051.15 Государственной фармакопеи РФ XIV издания «Шалфея лекарственного листа» в разделе «Испытания» (подраздел «Количественное определение») отсутствуют показатели, нормирующие содержание флавоноидов в сырье [20].

Поскольку лютеолин во всех 6 изучаемых объектах не был обнаружен, количественное определение суммы флавоноидов в изучаемых объектах проводили в пересчете на рутин, который методом ВЭЖХ обнаруживался во всех объектах, по методике, рекомендованной ГФ РФ XIV издания, ФС.2.5.0008.15 «Бузины черной цветки» [28].

Количественное содержание дубильных веществ в растительном сырье проводили методом титрования в среде индигосульфокислоты по методике ГФ РФ XIV изд.; ОФС.1.5.3.0008.15 «Определение содержания дубильных веществ в лекарственном растительном сырье и лекарственных растительных препаратах» [28].

Для исследования антиоксидантной активности использовали водно-спиртовые извлечения, приготовленные на 70% спирте этиловом, так как в спиртовые извлечения максимально полно переходят фенольные соединения, в частности флавоноиды [29–30].

Определение антиоксидантной активности проводили двумя различными методами: потенциометрическим (амперометрическим) и титриметрическим.

В первом методе использован показатель суммарной потенциальной неспецифической антиоксидантной активности (антиоксидантный статус) в пересчете на кверцетин (мг/г), который был идентифицирован во всех спиртовых извлечениях исследуемых растений [31–32].

Суммарную концентрацию антиоксидантов определяли на жидкостном хроматографе «Цвет Яуза-01-АА» (Россия, ОАО НПО «Химвтоматика», Москва) с амперометрическим детектором. Обработку результатов исследования проводили с использованием программы хроматографического анализа «Z-Lab».

Расчет показателя антиоксидантной активности в пересчете на кверцетин измеряли с использованием градуировочного графика зависимости выходного сигнала от концентрации кверцетина (рис. 1).

Данный метод является легковоспроизводимым и доступным. Определение показателя антиоксидантной активности с помощью хроматографа «Цвет Яуза-01-АА» широко используется разными исследователями [33].

В современной литературе описан метод определения антиоксидантной активности, основанный на химической реакции между биологически активными веществами восстанавливающего характера, содержащимися в растительном сырье (восстановитель) и калия перманганатом (окислитель) [34].

Из растительного сырья готовили в соотношении 1 : 10 водно-спиртовое извлечение (спирт этиловый 70%), нагревали на кипящей водяной бане в течение 30 мин, затем охлаждали.

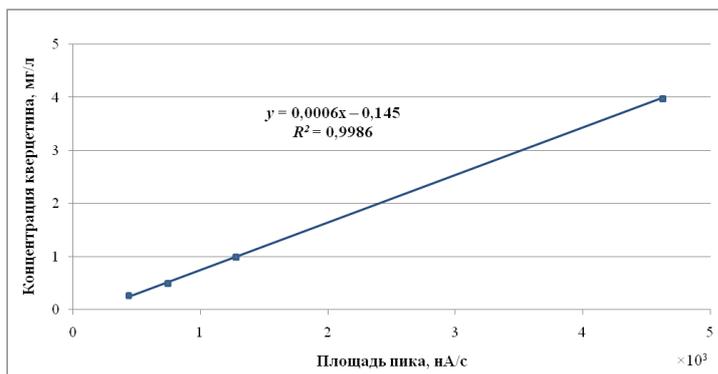


Рис. 1. Градуировочный график зависимости выходного сигнала от концентрации кверцетина

Описание метода. В мерную плоскодонную колбу объемом 50 мл вносили 8 мл свежeproкипяченной охлажденной воды очищенной, 1 мл раствора серной кислоты 20%, 1 мл раствора калия перманганата 0.05 н, тщательно перемешивали и титровали полученными водно-спиртовыми извлечениями из микробюретки объемом 1 мл с ценой деления 0.01 мл. Точкой окончания титрования было исчезновение розовой окраски [34].

Расчет показателя антиоксидантной активности в пересчете на кверцетин (мг/мл), которому соответствует концентрация БАВ восстанавливающего характера, проводили по формуле:

$$B = \frac{C_k \cdot V_k \cdot V_0}{V_x \cdot m},$$

где B – концентрация БАВ восстанавливающего характера (антиоксиданты), израсходованного на титрование 1 мл 0.05 н раствора калия перманганата, мг/г; C_k – концентрация кверцетина в растворе, израсходованном на титрование 1 мл 0.05 н раствора калия перманганата, мг/мл; V_k – объем раствора кверцетина, израсходованный на титрование 1 мл 0.05 н раствора калия перманганата, мл; V_0 – объем исследуемого раствора, мл; V_x – объем раствора исследуемого объекта, израсходованный на титрование 1 мл 0.05 н раствора калия перманганата, мл; m – масса навески изучаемого объекта, г.

Обсуждение результатов

Методом ВЭЖХ при длине волны 254 нм с использованием 14 стандартных образцов в листьях шалфея лекарственного идентифицировано 11 соединений, в траве душицы обыкновенной – 9 соединений, в траве шалфея мускатного – 11 соединений, в траве чабера садового – 11 соединений, в траве лопуха анисового – 11 соединений, в траве иссопа лекарственного – 9 соединений (рис. 2).

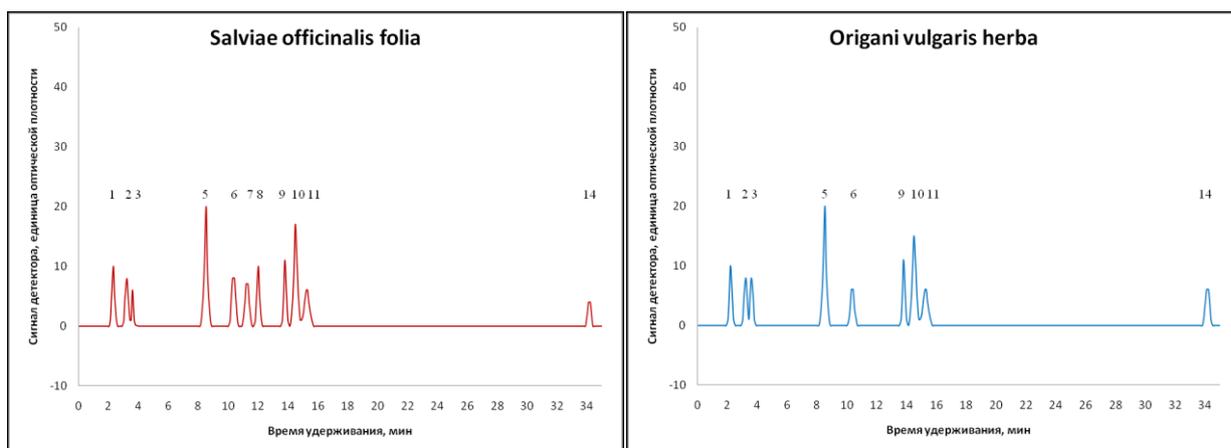


Рис. 2. (Начало) Хроматограммы извлечений изучаемых объектов семейства *Lamiaceae* при длине волны 254 нм. 1 – кофейная кислота; 2 – галловая кислота; 3 – хлорогеновая кислота; 4 – цикориевая кислота; 5 – рутин; 6 – феруловая кислота; 7 – гиперозид; 8 – цинарозид; 9 – лютеолин; 10 – кверцетин; 11 – розмариновая кислота; 12 – коричная кислота; 13 – кемпферол; 14 – апигенин

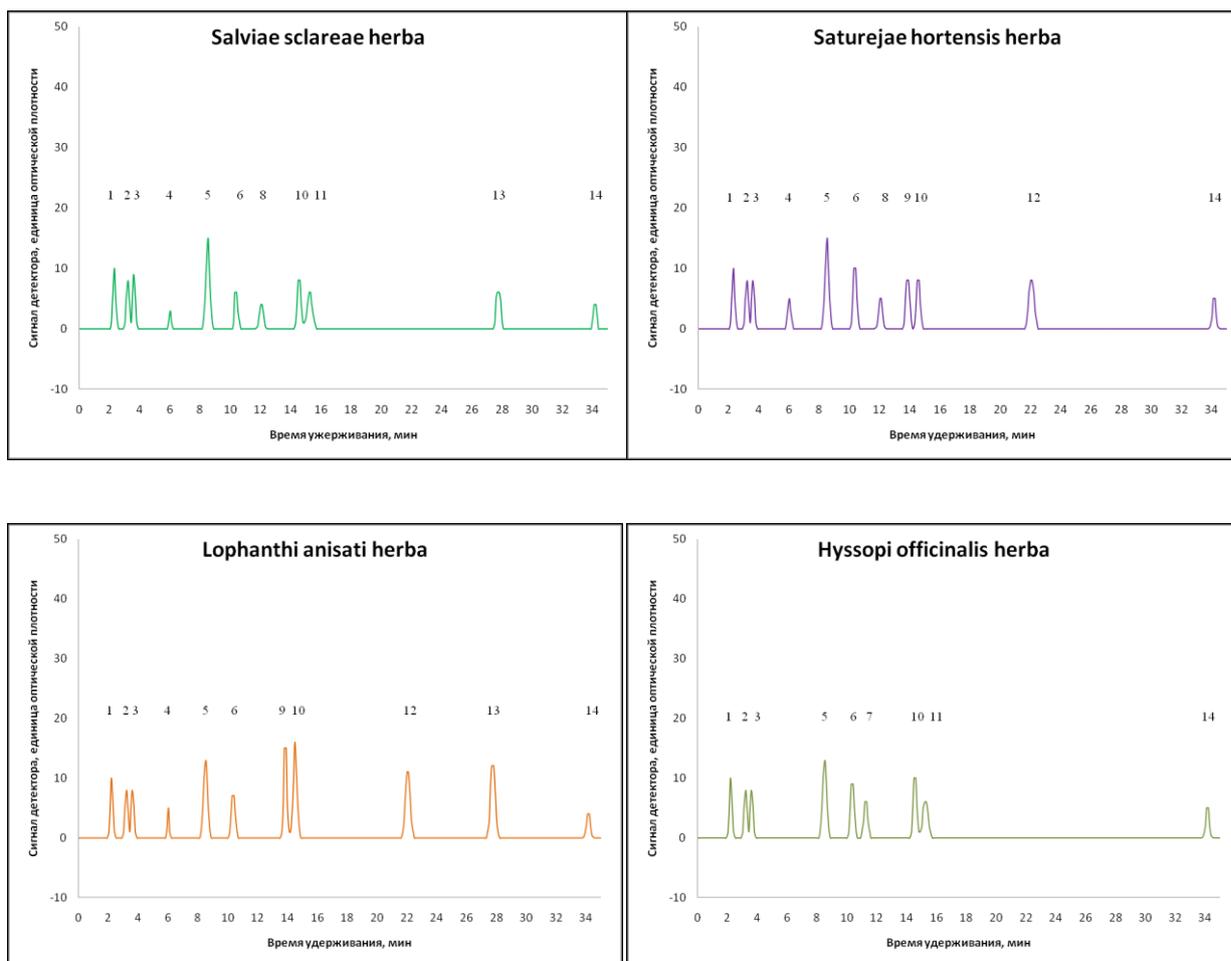


Рис. 2. (Окончание)

Данные по компонентному составу фенольных соединений изучаемых объектов представлены в таблице 1. Из данных таблицы следует, что флавоноиды рутин, кверцетин и апигенин, а также фенолкарбоновые кислоты: кофейная, галловая, хлорогеновая и феруловая представлены во всех изучаемых объектах. Лютеолин представлен в четырех объектах, цинарозид – в трех, гиперозид – в двух, кемпферол – в двух; розмариновая кислота представлена в четырех объектах, цикориевая – в трех, коричная – в двух.

Количественное содержание основных биологически активных веществ изучаемых объектов (эфирное масло, флавоноиды, дубильные вещества) представлено в таблице 2.

Анализ результатов таблицы свидетельствует о высоком содержании фенольных соединений (флавоноиды и дубильные вещества) во всех 6 изучаемых объектах. Количественное содержание эфирного масла различается. Однако относительно невысокое содержание эфирного масла в таких объектах, как шалфей мускатного трава и чабера садового трава компенсируется достаточно высоким содержанием фенольных соединений, что в итоге может иметь хорошие показатели при определении антиоксидантной активности.

Результаты определения суммарной концентрации антиоксидантов в пересчете на кверцетин в водно-спиртовых извлечениях из изучаемых объектов амперометрическим методом и методом титрования представлены в таблице 3.

Исходя из данных таблицы, показатели антиоксидантной активности с использованием амперометрического метода и метода титрования имеют различные значения (метод титрования во всех случаях дает результаты немного ниже). Однако разница в показателях не является критичной, они сопоставимы. Различия в показателях могут свидетельствовать о том, что оба метода являются недостаточно точными при определении антиоксидантной активности, а их сочетание может дать более объективную картину антиоксидантной активности в растительных объектах, особенно в тех случаях, когда в исследовательской работе используется несколько растительных объектов.

Таблица 1. Компонентный состав фенольных соединений изучаемых объектов семейства *Lamiaceae*

Наименование сырья	Флавоноиды	Фенолкарбоновые кислоты
Шалфей лекарственного листа <i>Salvia officinalis folia</i>	Рутин Гиперозид Цинарозид Лютеолин Кверцетин Апигенин	Кофейная Галловая Хлорогеновая Феруловая Розмариновая
Душицы обыкновенной трава <i>Origanum vulgare herba</i>	Рутин Лютеолин Кверцетин Апигенин	Кофейная Галловая Хлорогеновая Феруловая Розмариновая
Шалфей мускатного трава <i>Salvia sclarea herba</i>	Рутин Цинарозид Кверцетин Кемпферол Апигенин	Кофейная Галловая Хлорогеновая Цикориевая Феруловая Розмариновая
Чабера садового трава <i>Satureja hortensis herba</i>	Рутин Цинарозид Лютеолин Кверцетин Апигенин	Кофейная Галловая Хлорогеновая Цикориевая Феруловая Коричная
Лопуха анисового трава <i>Lophanthus anisatus herba</i>	Рутин Лютеолин Кверцетин Кемпферол Апигенин	Кофейная Галловая Хлорогеновая Цикориевая Феруловая Коричная
Иссопа лекарственного трава <i>Hyssopus officinalis herba</i>	Рутин Гиперозид Кверцетин Апигенин	Кофейная Галловая Хлорогеновая Феруловая Розмариновая

Таблица 2. Количественное содержание основных биологически активных веществ изучаемых объектов семейства *Lamiaceae*

Наименование сырья	Эфирное масло, %	Флавоноиды, %	Дубильные вещества, %
Шалфей лекарственного листа	2.72±0.06	1.22±0.05	12.20±0.02
Душицы обыкновенной трава	1.80±0.06	2.10±0.06	8.64±0.04
Шалфей мускатного трава	0.45±0.04	2.25±0.04	10.51±0.02
Чабера садового трава	0.68±0.04	0.85±0.04	9.37±0.01
Лопуха анисового трава	2.15±0.04	2.06±0.04	8.30±0.02
Иссопа лекарственного трава	0.78±0.04	0.91±0.02	9.55±0.03

Таблица 3. Антиоксидантная активность водно-спиртовых извлечений изучаемых объектов семейства *Lamiaceae* в пересчете на кверцетин

Наименование сырья	Антиоксидантная активность, мг/кг	
	Амперометрический метод	Метод титрования
Шалфей лекарственного листа	25.72±1.6	19.40±0.9
Душицы обыкновенной трава	44.28±2.1	33.39±1.2
Шалфей мускатного трава	38.40±1.5	29.12±1.1
Чабера садового трава	38.80±1.5	29.26±1.1
Лопуха анисового трава	43.44±1.5	32.76 ±1.2
Иссопа лекарственного трава	19.19±1.1	14.47±0.7

Выводы

В результате проведенных исследований образцов сырья селекционных сортов 6 видов растений семейства *Lamiaceae*, созданных с использованием различных методов селекции в ФГБНУ «Северо-Кавказский федеральный научный аграрный центр», был установлен методом ВЭЖХ их компонентный состав фенольных соединений (флавоноиды и фенолкарбоновые кислоты). В каждом из 6 исследуемых объектов идентифицировано от 9 до 11 фенольных соединений.

Определено количественное содержание основных групп БАВ (эфирное масло, флавоноиды и дубильные вещества) в исследуемых видах сырья.

На основании полученных данных о высоком содержании во всех объектах флавоноидов и достаточном содержании дубильных веществ было сделано предположение о возможности высокой антиоксидантной активности изучаемых видов сырья. Антиоксидантная активность для сравнения определена двумя способами: амперометрическим с использованием жидкостного хроматографа «Цвет Яуза-01-АА» (Россия, ОАО НПО «Химавтоматика»), основанном на измерении силы электрического тока, возникающего при определенном потенциале на поверхности рабочего электрода при окислении молекул антиоксиданта, и титриметрическим, основанным на химической реакции между калия перманганатом и биологически активными веществами восстанавливающего характера, содержащимися в растительном сырье.

Определение антиоксидантной активности показало, что водно-спиртовые извлечения растительного сырья новых сортов шалфея лекарственного, душицы обыкновенной, шалфея мускатного, чабера садового, лопуха анисового и иссопа лекарственного, созданных и максимально адаптированных к условиям Ставрополя, могут быть надежной основой для получения фитопрепаратов с антиоксидантной активностью.

Список литературы

1. Янковский О.Ю., Кузнецов С.И. Антиоксидантный статус организма человека и его коррекция // Вестник СПбГУ. Биология. 2005. Вып. 4. С. 40–52.
2. Ильина И.Г., Рудакова И.П., Самылина И.А. Антиоксиданты: фармацевтические и биохимические аспекты применения // Фармация. 2013. №8. С. 3–7.
3. Исламова Ф.И., Мусаев А.М., Раджабов Г.К., Вагабова Ф.А., Гусейнова З.А., Мамалиева М.М. Тренды изменчивости содержания суммарных антиоксидантов и эфирного масла в семенах *Carum carvi* L. вдоль высотного градиента в горном Дагестане // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2016. Т. 19 (12). С. 19–22.
4. Kotas M.E., Medzhitov R. Homeostasis, inflammation and disease susceptibility // Cell. 2015. Vol. 160 (5). Pp. 816–827. DOI: 10.1016/j.cell.2015.02.010
5. Смит А. Теоретические аспекты биорегуляционной медицины // Фармация. 2016. №8. С. 53–56.
6. Duletic-Lausevic S., Alimovic A., Pavlovic D., Marin P.D., Lakusic D. Salvia officinalis of different origins Antioxidant activity, phenolic and flavonoid content of extracts // Agro FOOD Industry Hi Tech. 2016. Vol. 27 (1). Pp. 52–55.
7. Mughal U.R., Mehmood R., Malik A., Alia B., Tareen R.B. Flavonoid Constituents from *Spiraea brahuica* // Helvetica Chimica Acta. 2012. Vol. 95 (1). Pp. 100–105. DOI: 10.1002/hlca.201100214
8. Лубсандоржиева П.Б., Ажунова Т.А. Антиоксидантная активность растительного средства // Фармация. 2015. №6. С. 43–46.
9. Павлова С.И., Албегова Д.З., Воробьева Ю.С., Лаптев О.С., Козлов И.Г. Флавоноиды как потенциальные иммуносупрессанты, воздействующие на внутриклеточные сигнальные пути // Химико-фармацевтический журнал. 2015. Т. 49, №10. С. 3–10. DOI:10.30906/0023-1134-2015-49-10-3-10
10. Крылова Н.В., Попов А.М., Леонова Г.Н. Антиоксиданты как потенциальные противовирусные препараты при флавивирусных инфекциях // Антибиотики и химиотерапия. 2016. Т. 61. №5–6. С. 25–31.
11. Firuzi O., Miri R., Tavakkoli M., Saso L. Antioxidant therapy: current status and future prospects // Curr. Med. Chem. 2011. Vol. 18 (25). Pp. 3871–3888. DOI: 10.2174/092986711803414368
12. Торопова А.А., Бадмаев Н.С., Разуваева Я.Г., Николаев С.М., Самбуева З.Г., Ерентуева А.Ю. Влияние экстракта *Calendula officinalis* на антиоксидантный и энергетический статус печени при экспериментальном гепатите // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2017. Т. 80, №7. С. 11–14. DOI: 10.30906/0869-2092-2017-80-7-11-14.
13. Наволокин Н.А., Ивличев А.В., Мудрак Д.А., Афанасьева Г.А., Полуконова Н.Б., Тычина С.А., Бучарская А.Б., Маслякова Г.Н. Влияние флавоноидсодержащего экстракта аврана лекарственного (*Gratiola officinalis* L.) на интенсивность процессов перекисного окисления и содержание витамина Е у крыс с перевитым раком печени РС-1 // Экспериментальная и клиническая фармакология. 2017. Т. 80. №10. С. 40–43. DOI: 10.30906/0869-2092-2017-80-10-40-43.
14. Боровская Т.Г., Камалова С.И., Кривова Н.А., Заева О.Б., Полуэктова М.Е., Вычужанина А.В., Григорьева В.А., Плотников М.Б., Гольдберг В.Е. Экспериментальное изучение эффективности фенольных антиоксидантов при

- мужской инфертильности, обусловленной патоспермией // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. 2018. Т. 166, №7. С. 10–13.
15. Бушуева Г.Р., Лупанова И.А. Предварительный скрининг и сравнительная оценка антиоксидантной активности экстрактов *Xanthium strumarium in vitro* // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2017. Т. 20, №11. С. 8–12.
 16. Chillar R., Dhigra D. Antidepressant-like activity of gallic acid in mice subjected to unpredictable chronic mild stress // Fundamental and Clinical pharmacology. 2013. Vol. 27 (4). Pp. 409–418. DOI: 10.1111/j.1472-8206.2012.01040.x.
 17. Kontogianni V.G., Tomic G., Nikolic I., Nerantzaki A.A., Sayyad N., Stosic-Grujicic S., Stojanovic I., Gerothanassis I.P., Tzakos A.G. Phytochemical profile of *Rosmarinus officinalis* and *Salvia officinalis* extracts and correlation to their antioxidant and anti-proliferative activity // Food Chemistry. 2013. Vol. 136 (1). Pp. 120–129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.07.091.
 18. Verma S., Singh A., Mishra A.A. Gallic acid: molecular rival of cancer // Environmental Toxicology and Pharmacology. 2013. Vol. 35 (3). Pp. 473–485. DOI: 10.1016/j.etap.2013.02.011.
 19. Рудакова Ю.Г., Попова О.И. Химический состав эфирного масла дубровника белого (*Teucrium polium* L.) // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2016. Т. 11 (3). С. 425–428. DOI: 10.14300/mnnc.2016.11094.
 20. Тохсырова З.М., Попов И.В., Попова О.И. Исследование фенольных соединений листьев побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.), интродуцированного в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института // Химия растительного сырья. 2018. №3. С. 199–207. DOI: 10.14258/jcrpm.2018033733.
 21. Тохсырова З.М., Попова О.И. Определение фенольных соединений травы мяты длиннолистной // Фармация. 2009. №1. С. 24–25.
 22. Чумакова В.В., Мезенова Т.Д., Попова О.И. Количественное определение галловой кислоты в траве лофанта анисового // Медицинский вестник Северного Кавказа. 2010. №4. С. 75–76.
 23. Гаврилин М.В., Попова О.И., Губанова Е.А. Фенольные соединения надземной части шалфея мускатного (*Salviasclarea* L.), культивируемого в Ставропольском крае // Химия растительного сырья. 2010. №4. С. 99–104.
 24. Попова О.И., Чумакова В.В., Никитина А.С., Танская Ю.В., Губанова Е.А. Фитохимическое исследование и стандартизация растений семейства яснотковые (Lamiaceae), интродуцированных в Ставропольском крае // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2010. №9. С. 11–18.
 25. Губанова Е.А., Попова О.И. Качественный анализ фенольных соединений надземной части шалфея мускатного (*salviasclarea*L.) // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2010. №3. С. 42–44.
 26. Чумакова В.В., Попова О.И. Изучение фенольных соединений травы лофанта анисового // Фармация. 2011. №3. С. 20–22.
 27. Тринеева О.В., Сливкин А.И. Применение различных методов при определении дубильных веществ в листьях крапивы // Фармация. 2014. №1. С. 16–19.
 28. Государственная фармакопея РФ. XIII изд..М., 2015. URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/>.
 29. Леонова В.Н., Попова О.И., Красовская А.В. Разработка и валидация методики количественного определения флавоноидов в цветках форзиции промежуточной (*Forsythia intermedia* Zabel.) // Химия растительного сырья. 2016. №4. С. 117–122. DOI: 10.14258/jcrpm.2016041341.
 30. Рудакова Ю.Г., Сенченко С.П., Попова О.И. Изучение фенольных соединений травы дубровника белого // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2014. Т. 12 (3). С. 34–37.
 31. Чумакова В.В., Попова О.И., Кодониди М.И. Изучение антиоксидантной активности извлечений травы лофанта анисового // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2012. №12. С. 30–33.
 32. Шилова И.В., Короткова Е.И. Биологически активные вещества лабазника обыкновенного и оценка их антиоксидантных свойств // Химико-фармацевтический журнал. 2017. Т. 51 (7). С. 46–49.
 33. Ендонова Г.Б., Анцупова Т.П., Баженова Б.А., Забалуева Ю.Ю., Герасимов А.В. Антиоксидантная активность экстракта звездчаткисредней (*Stellaria Media*) // Химия растительного сырья. 2018. №4. С. 141–147. DOI: 10.14258/jcrpm.2018043749.
 34. Бубенчиков Р.А., Позднякова Т.А. Антиоксидантная активность травы герани сибирской // Вопросы обеспечения качества лекарственных средств. 2014. №5. С. 31–33.

Поступила в редакцию 21 февраля 2019 г.

После переработки 27 мая 2019 г.

Принята к публикации 3 июня 2019 г.

Для цитирования: Попов И.В., Чумакова В.В., Попова О.И., Чумаков В.Ф. Биологически активные вещества, проявляющие антиоксидантную активность, некоторых представителей семейства *Lamiaceae*, культивируемых в Ставропольском крае // Химия растительного сырья. 2019. №4. С. 163–172. DOI: 10.14258/jcrpm.2019045200.

Popov I.V.^{1*}, Chumakova V.V.², Popova O.I.¹, Chumakov V.F.² BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES EXHIBITING ANTIOXIDANT ACTIVITY, SOME REPRESENTATIVES OF THE *LAMIACEAE* FAMILY CULTIVATED IN THE STAVROPOL REGION

¹ Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – a branch of the Volgograd State Medical University of the Russian Ministry of Health, pr. Kalinina, 11, Pyatigorsk, 357500 (Russia), e-mail: beegeeslover@mail.ru

² North Caucasian Federal Scientific Agrarian Center, ul. Nikonova, 49, Mikhailovsk, 356241 (Russia)

The object of the study was the samples of raw materials of the family *Lamiaceae* plants created in FSBSI "North Caucasus Federal agricultural research center", using a variety of breeding methods: *Salvia Officinalis* Leaves (cultivar "Dobrynya"), *Origanum Vulgare* Herb (cultivar "Karamelka"), *Salvia Sclarea* Herb (cultivar "Salyut"), *Satureja Hortensis* Herb (cultivar "Karapuz"), *Lophanthus Anisatus* Herb (cultivar "Premier"), *Hyssopus Officinalis* Herb (cultivar "Rozovy flamingo"). As a result of the studies conducted by the method of high-performance liquid chromatography, the component composition of phenolic compounds (flavonoids and phenolcarboxylic acids) was established. The quantitative content of essential oil, flavonoids and tannins was determined in the studied objects. In *salvia officinalis* leaves identified 11 phenolic compounds, 2.72% essential oil, 1.22% flavonoids, 12.20% tannins; in *origanum vulgare* herb – 9 compounds, 1.80% essential oil, 2.10% flavonoids, 8.64% tannins; in *salvia sclarea* herb – 11 compounds, 0.45% essential oil, 2.25% flavonoids, 10.51% tannins; in *satureja hortensis* herb – 11 compounds, 0.68% essential oil, 0.85% flavonoids, 9.37% tannins; in *lophanthus anisatus* herb – 11 compounds, 2.15% essential oil, 2.06% flavonoids, 8.30% tannins; in *hyssopus officinalis* herb – 9 compounds, 0.78% essential oil, 0.91% flavonoids, 9.55% tannins. Determination of antioxidant activity, conducted in two ways (amperometric and titrimetric) showed that water-alcohol extraction of plant raw materials of new varieties of representatives of the family *Lamiaceae*, created and maximally adapted to the conditions of Stavropol region can be the basis for the production of herbal remedies with antioxidant activity.

Keywords: antioxidant activity, *Lamiaceae*, introduction, essential oil, flavonoids, phenol carboxylic acids.

References

1. Yankovskiy O.Yu., Kuznetsov S.I. *Vestnik SPbGU. Biologiya*, 2005, no. 4, pp. 40–52. (in Russ.).
2. Il'ina I.G., Rudakova I.P., Samylina I.A. *Farmatsiya*, 2013, no. 8, pp. 3–7. (in Russ.).
3. Islamova F.I., Musayev A.M., Radzhabov G.K., Vagabova F.A., Guseynova Z.A., Mamaliyeva M.M. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2016, vol. 19 (12), pp. 19–22. (in Russ.).
4. Kotas M.E., Medzhitov R. *Cell.*, 2015, vol. 160 (5), pp. 816–827. DOI: 10.1016/j.cell.2015.02.010.
5. Smit A. *Farmatsiya*, 2016, no. 8, pp. 53–56. (in Russ.).
6. Duletic-Lausevic S., Alimovic A., Pavlovic D., Marin P.D., Lakusic D. *Agro FOOD Industry Hi Tech*, 2016, vol. 27(1), pp. 52–55.
7. Mughal U.R., Mehmood R., Malik A., Alia B., Tareen R.B. *Helvetica Chimica Acta*, 2012, vol. 95 (1), pp. 100–105. DOI: 10.1002/hlca.201100214.
8. Lubsandorzhievya P.B., Azhunova T.A. *Farmatsiya*, 2015, no. 6, pp. 43–46. (in Russ.).
9. Pavlova S.I., Albegova D.Z., Vorob'yeva Yu.S., Laptev O.S., Kozlov I.G. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2015, vol. 49, no. 10, pp. 3–10. DOI: 10.30906/0023-1134-2015-49-10-3-10. (in Russ.).
10. Krylova N.V., Popov A.M., Leonova G.N. *Antibiotiki i khimioterapiya*, 2016, vol. 61, no. 5–6, pp. 25–31. (in Russ.).
11. Firuzi O., Miri R., Tavakkoli M., Saso L. *Curr. Med. Chem.*, 2011, vol. 18 (25), pp. 3871–3888. DOI: 10.2174/092986711803414368.
12. Toropova A.A., Badmayev N.S., Razuvayeva Ya.G., Nikolayev S.M., Sambuyeva Z.G., Yerentuyeva A.Yu. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmakologiya*, 2017, vol. 80, no. 7, pp. 11–14. DOI: 10.30906/0869-2092-2017-80-7-11-14 (in Russ.).
13. Navolokin N.A., Ivlichev A.V., Mudrak D.A., Afanas'yeva G.A., Polukonova N.B., Tychina S.A., Bucharskaya A.B., Maslyakova G.N. *Ekspierimental'naya i klinicheskaya farmakologiya*, 2017, vol. 80, no. 10, pp. 40–43. DOI: 10.30906/0869-2092-2017-80-10-40-43 (in Russ.).
14. Borovskaya T.G., Kamalova S.I., Krivova N.A., Zayeva O.B., Poluektova M.Ye., Vychuzhanina A.V., Grigor'yeva V.A., Plotnikov M.B., Gol'dberg V.Ye. *Byulleten' eksperimental'noy biologii i meditsiny*, 2018, vol. 166, no. 7, pp. 10–13. (in Russ.).
15. Bushuyeva G.R., Lupanova I.A. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2017, vol. 20, no. 11, pp. 8–12. (in Russ.).
16. Chillar R., Dhigra D. *Fundamental and Clinical pharmacology*, 2013, vol. 27 (4), pp. 409–418. DOI: 10.1111/j.1472-8206.2012.01040.x.
17. Kontogianni V.G., Tomic G., Nikolic I., Nerantzaki A.A., Sayyad N., Stosic-Grujicic S., Stojanovic I. *Food Chemistry*, 2013, vol. 136 (1), pp. 120–129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.07.091.
18. Verma S., Singh A., Mishra A.A. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2013, vol. 35 (3), pp. 473–485. DOI: 10.1016/j.etap.2013.02.011.
19. Rudakova YU.G., Popova O.I. *Meditsinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*, 2016, vol. 11 (3), pp. 425–428. DOI: 10.14300/mnnc.2016.11094. (in Russ.).
20. Tokhsyrova Z.M., Popov I.V., Popova O.I. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 199–207. DOI: 10.14258/jcprm.2018033733. (in Russ.).
21. Tokhsyrova Z.M., Popova O.I. *Farmatsiya*, 2009, no. 1, pp. 24–25. (in Russ.).

*Corresponding author.

22. Chumakova V.V., Mezenova T.D., Popova O.I. *Meditinskiy vestnik Severnogo Kavkaza*, 2010, no. 4, pp. 75–76. (in Russ.).
23. Gavrilin M.V., Popova O.I., Gubanova Ye.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2010, no. 4, pp. 99–104. (in Russ.).
24. Popova O.I., Chumakova V.V., Nikitina A.S., Tanskaya Yu.V., Gubanova Ye.A. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2010, no. 9, pp. 11–18. (in Russ.).
25. Gubanova Ye.A., Popova O.I. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2010, no. 3, pp. 42–44. (in Russ.).
26. Chumakova V.V., Popova O.I. *Farmatsiya*, 2011, no. 3, pp. 20–22. (in Russ.).
27. Trineyeva O.V., Slivkin A.I. *Farmatsiya*, 2014, no. 1, pp. 16–19. (in Russ.).
28. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF. XIII izd.* [The State Pharmacopoeia of the Russian Federation. XIII ed.]. Moscow, 2015, URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online>. (in Russ.).
29. Leonova V.N., Popova O.I., Krasovskaya A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2016, no. 4, pp. 117–122. DOI: 10.14258/jcprm.2016041341 (in Russ.).
30. Rudakova Yu.G., Senchenko S.P., Popova O.I. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2014, vol. 12 (3), pp. 34–37. (in Russ.).
31. Chumakova V.V., Popova O.I., Kodonidi M.I. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2012, no. 12, pp. 30–33. (in Russ.).
32. Shilova I.V., Korotkova Ye.I. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2017, vol. 51 (7), pp. 46–49. (in Russ.).
33. Yendonova G.B., Antsupova T.P., Bazhenova B.A., Zabaluyeva Yu.Yu., Gerasimov A.V. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2018, no. 4, pp. 141–147. DOI: 10.14258/jcprm.2018043749. (in Russ.).
34. Bubenchikov R.A., Pozdnyakova T.A. *Voprosy obespecheniya kachestva lekarstvennykh sredstv*, 2014, no. 5, pp. 31–33. (in Russ.).

Received February 21, 2019

Revised May 27, 2019

Accepted June 3, 2019

For citing: Popov I.V., Chumakova V.V., Popova O.I., Chumakov V.F. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 163–172. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019045200.