

УДК 615.32:581.192:543.544

СОСТАВ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ И АНТИРАДИКАЛЬНАЯ АКТИВНОСТЬ ЭКСТРАКТОВ ИЗ ПЯТИ ВИДОВ РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА *ASPARAGACEAE*

© *Н.С. Карамова*^{1*}, *В.Р. Хабибрахманова*², *И.Й. Абдул-Хафиз*³, *С.К. Гумерова*⁴, *Я.Н. Камалова*¹,
*С.А. Коваленко*², *О.Х.М. Ибрагим*³, *М.А.-М.А. Ораби*⁵

¹ Казанский (Приволжский) федеральный университет, ул. Кремлевская, 18, Казань, 420008 (Россия), e-mail: nskaramova@mail.ru

² Казанский национальный исследовательский технологический университет, ул. К. Маркса, 68, Казань, 420015 (Россия)

³ Асьютский университет, Асьют, 71526 (Египет)

⁴ Институт органической и физической химии им. А.Е. Арбузова, ФИЦ Казанский научный центр РАН, ул. Академика Арбузова, 8, Казань, 420029 (Россия)

⁵ Университет Аль-Азхар, Асьют, 71524 (Египет)

Многие представители семейства Спаржевые (*Asparagaceae*) используются в традиционной медицине разных стран и характеризуются высоким содержанием в них биологически активных метаболитов. В данной работе проведено определение качественного состава и количественного содержания компонентов метанольных экстрактов из листьев и подземных органов *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook, *Sansevieria trifasciata* Prain, *Polianthes tuberosa* L., листьев *Yucca filamentosa* L. и *Furcraea gigantea* var. *watsoniana* (Hort. Sander) Drumm. Экстракция 80% метанолом позволила выделить из листьев растений 5.2–16.7%, а из подземных органов – 16–25.1% экстрактивных веществ. Методом тонкослойной хроматографии показано наличие стероидных сапонинов в составе исследуемых экстрактов. В экстрактах из листьев *Y. filamentosa*, *F. gigantea* и подземных органов *S. cylindrica*, *S. trifasciata*, *P. tuberosa* преобладают сапонины в спиростаноловой форме, а из листьев *S. cylindrica* и *S. trifasciata* – в фурастаноловой форме. С помощью спектрофотометрии определено содержание терпеноидных и фенольных соединений в исследуемых экстрактах, существенно различающееся в зависимости от вида растения и анатомической части. Все исследованные экстракты обладали способностью к дозозависимому ингибированию свободного радикала 2,2-дифенил-1-пикрилгидразила. Наивысшую антирадикальную активность показал экстракт из листьев *Y. filamentosa* ($IC_{50} = 25.95$ мкг/мл), содержащий наибольшее количество фенольных соединений, в том числе флавоноидов – 51.3 и 15.5% от суммы экстрактивных веществ.

Ключевые слова: стероидные сапонины, фенольные соединения, тонкослойная хроматография, антиоксидантный эффект.

Введение

Флора Египта включает в себя разнообразные растения, произрастающие на огромных территориях пустынь и субтропиков с сухим и жарким климатом. Многие виды растений, в том числе и отдельные пред-

Карамова Назира Сунагатовна – кандидат биологических наук, доцент, e-mail: nskaramova@mail.ru

Хабибрахманова Венера Равилевна – кандидат химических наук, доцент, e-mail: venerakhabirakhmanova@gmail.com

Абдул-Хафиз Иссам Йосеф – PhD, доцент, e-mail: noresam_2000@yahoo.com

Гумерова Сумбеля Камилевна – аспирант, e-mail: syumbelya07@mail.ru

ставители семейства Спаржевые (*Asparagaceae*), приспособившиеся к жизни в неблагоприятных климатических условиях, представляют собой обширную сырьевую базу для получения перспективных природных соединений с высокой биологической активностью. Следует отметить, что некоторые растения семейства *Asparagaceae* с древних времен используются в традиционной меди-

Окончание на С. 278.

* Автор, с которым следует вести переписку.

цине в качестве источников антимикробных, противопаразитарных и противовоспалительных средств [1]. Исследование химического состава растений семейства *Asparagaceae*, в особенности представителей подсемейств Агавовые (*Agavoideae*) и Нолиновые (*Nolinoideae*), позволило установить высокое содержание в них биологически активных стероидных сапонинов [2, 3]. Это определило перспективу их использования для производства лекарственных средств. В частности, растение *Yucca gloriosa* культивируется для получения стероидного сапогенина – тигогенина, в качестве исходного вещества при синтезе гормональных препаратов стероидной структуры [4].

Анализ данных современной литературы показывает, что стероидные сапонины растений семейства *Asparagaceae* проявляют антимикробную, противовоспалительную [5], противоаллергическую [6], противодиабетическую [7], гемолитическую [8] активности. Особый интерес к стероидным сапонином растений семейства *Asparagaceae* обусловлен их выраженным цитотоксическим эффектом в отношении клеток разных видов опухолей [9–11].

Ранее в собственных исследованиях было показано цитотоксическое и апоптозиндуцирующее действие метанольных экстрактов листьев и корневищ *Polianthes tuberosa*, листьев *Yucca filamentosa* и *Furcraea gigantea*, произрастающих в разных регионах Египта, в отношении клеток аденокарциномы легкого человека А549 [12, 13]. Также нами было установлено, что метанольные экстракты корневищ *Sansevieria cylindrica*, *Sansevieria trifasciata* и листьев *Polianthes tuberosa* способны ингибировать перекисное окисление липидов и обладают антимуtagenным потенциалом, снижая уровень индуцированных азидом натрия генных мутаций в клетках *Salmonella typhimurium* [14]. Полученные результаты обуславливают актуальность исследования химического состава экстрактов из пяти видов растений семейства *Asparagaceae*, что позволит установить в них основные биологически активные соединения.

Другой важной задачей является определение антирадикальной активности экстрактов из пяти видов растений семейства *Asparagaceae*. Предотвращение чрезмерного накопления свободных радикалов позволяет предупредить окислительный стресс, вносящий существенный вклад в патогенез различных опасных и серьезных заболеваний человека – сердечно-сосудистых, онкологических, нейродегенеративных, диабета, катаракты, а также в процесс старения организма.

Цель работы – определение количественного содержания и качественного состава биологически активных веществ в экстрактах из пяти видов растений семейства *Asparagaceae*, оценка их антирадикальной активности.

Экспериментальная часть

Растительное сырье. Для исследования использовали органы растений семейства *Asparagaceae*, собранные в апреле 2014 г. в Египте: *Sansevieria cylindrica* Војег ex Hook – ферма Сафват Хабиб, район Мансорея, Гиза; *Sansevieria trifasciata* Prain – декоративная ферма растений Университета Асьют, г. Асьют; *Polianthes tuberosa* L. – хозяйство Мониер, область Куалюбия, г. Куанатар; *Yucca filamentosa* L. и *Furcraea gigantea* var. *watsoniana* (Hort. Sander) Drumm – сад кактусов и суккулентов хостела короля Фарука, регион Шаркия, г. Пелпейс. Все растения были определены до вида специалистами университета г. Асьют, Египет.

Растительный материал высушивали при температуре 30–35 °С в вентилируемой комнате, измельчали в порошок и хранили в бумажных пакетах при оптимальных условиях.

Получение экстрактов. 200 г высушенного растительного материала заливали 2 л 80% метанола и перемешивали в течение 48 ч при комнатной температуре. Полученную смесь гомогенизировали и фильтровали через бумажный фильтр в системе вакуумной фильтрации. Осадок растительного материала экстрагировали таким же способом дважды. Полученные фильтраты на каждой ступени экстрагирования объединяли и высушивали путем удаления растворителя при пониженном давлении на роторном испарителе

(Heidolph VV2000 Rotovapor, Gemini BV, Нидерланды). Готовые высушенные экстракты взвешивали. Хранение экстрактов до проведения анализа осуществляли при минус 18 °С.

Проведение качественных реакций для обнаружения биологически активных веществ. В исследуемых экстрактах определяли наличие различных групп веществ [15]: углеводов – по реакции с

Камалова Язгуль Насиковна – кандидат биологических наук, ассистент, e-mail: yazgulen@mail.ru

Коваленко Светлана Александровна – кандидат химических наук, доцент, e-mail: Svetlanakov25@gmail.com

Ибрагим Омер Хосни Мохамед – PhD, доцент, e-mail: omer_hooo@yahoo.com

Ораби Мохамед Абдел-Малик Абдаллах – PhD, доцент, e-mail: mohamedorabi@azhar.edu.eg

α -нафтолом (*тест Молиша*); флавоноидов – по реакции с гидроксидом аммония, наличие флуоресценции в УФ-свете указывает на присутствие флавоноидов в образце; танинов – по реакции с растворами хлорида железа (III) и феррицианида калия на фильтровальной бумаге, появление синей окраски свидетельствует о присутствии танинов в образце; стероидов и терпеноидов – по реакции *Либермана-Бурхарда* с уксусным ангидридом и концентрированной серной кислотой, если раствор образца становится красным, затем синим и, наконец, голубоватым-зеленым, это указывает на наличие стероидных ядер, в то время как окрашивание раствора образца в фиолетовый или красный цвет указывает на наличие терпеноидных ядер; гликозидов – по реакции с 2% раствором 3,5-динитробензойной кислоты в метаноле и 5.7% водным раствором гидроксида натрия (*тест Кедде*); сапонинов – по реакции пенообразования.

Проведение количественного определения биологически активных соединений. Количественное определение биологически активных веществ проводили по общепринятым методикам с использованием спектрофотометрии. В исследуемых экстрактах определяли суммарное содержание фенольных соединений методом Фолина-Чокальтеу в пересчете на галловую кислоту (Sigma-Aldrich), флавоноидов по реакции комплексообразования с хлоридом алюминия в пересчете на кверцетин (Sigma-Aldrich) [16, 17], углеводов антроновым методом в пересчете на глюкозу (Реахим) [18], терпеноидных соединений по реакции с ванилиновым реактивом в пересчете на ланостерол (Sigma-Aldrich) [19].

Определение антирадикальной активности. Антирадикальную активность экстрактов исследуемых растений определяли по ингибированию стабильного свободного радикала ДФПГ (2,2-дифенил-1-пикрилгидразил, CalBiochem, Germany) по методике [20]. Колориметрию свободных радикалов ДФПГ проводили на спектрофотометре (BioRad, США) при длине волны 517 нм.

Количественное определение биологически активных веществ в экстрактах и оценку их антирадикальной активности проводили в трехкратной повторности. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel 2010.

Тонкослойная хроматография. Исследование осуществляли на лабораторном комплексе «САМАГ» (Швейцария). В состав комплекса входят приборы: «Linomat 5» для автоматического нанесения образцов на ТСХ пластины, «ADS 2» для элюирования ТСХ пластин в системе растворителей, «TLS Scanner 3» для денситометрической обработки ТСХ пластин. Работа комплекса и обработка полученных результатов осуществляется с помощью специализированной компьютерной программы «winCATS, версия 1.4.9».

Для исследования готовили растворы экстрактов с концентрацией 10 мг/мл, используя в качестве растворителя 80% метанол. Перед нанесением на пластину полученные растворы обрабатывали в ультразвуковой ванне «DA-963» в течение 15 мин. Растворы стандартов галловой кислоты (Sigma-Aldrich) и кверцетина (Sigma-Aldrich) готовили с концентрацией 1 мг/мл в метаноле.

Растворы экстрактов (10 мкл) и стандартов (10 мкл) наносили на ТСХ пластину (ПТСХ-АФ-А-УФ, ЗАО «Сорбполимер») распылением в виде треков шириной 4 мм. Пластины предварительно элюировали этанолом и активировали нагреванием в сушильном шкафу при температуре 120 ± 1 °С в течение 20 мин. Пластину с нанесенными образцами элюировали в системе растворителей хлороформ – метанол – вода (70 : 30 : 0.5), дистанция прохождения фронта растворителя 85 мм. Хроматографическую камеру предварительно насыщали парами используемой системы растворителей в течение 20 мин при комнатной температуре (25 ± 2 °С). Детектирование зон веществ на ТСХ пластинах проводили просматриванием их в видимом и УФ-свете при 254 нм. Для обнаружения веществ пластину опрыскивали [21]:

– раствором анисового альдегида в серной кислоте – после обработки пластину высушивали и нагревали при 105 °С в течение 5 мин, терпеноидные и стероидные соединения окрашиваются в темно-синий и темно-фиолетовый цвет;

– 0.05% раствором ДФПГ в метаноле – после обработки пластину высушивали, заворачивали в алюминиевую фольгу и выдерживали в течение 30 мин, соединения с антирадикальной активностью окрашиваются в желтый цвет.

Денситометрическую обработку пластины, опрысканной раствором анисового альдегида в серной кислоте, после нагревания при 105 °С в течение 20 мин до полного обугливания всех веществ, осуществляли в TLC Scanner 3 в режиме адсорбции при 550 нм. Настройки денситометра: размер щели 3 мм × 0.30 мм, скорость сканирования 20 мм/с, разрешение 100 мкм/шаг, фильтр *Savitzky-golay 7*.

Обсуждение результатов

В качестве объектов исследования в работе были выбраны пять видов растений семейства *Asparagaceae* – *S. cylindrica*, *S. trifasciata*, *P. tuberosa*, *Y. filamentosa* и *F. gigantea*. Из них только *S. trifasciata* и *P. tuberosa* применяются в традиционной медицине, тогда как другие растения используются главным образом в декоративных целях. Однако, как показывают отдельные исследования [2, 3, 22, 23], они богаты стероидными сапогенинами и сапонинами и могут служить альтернативным источником их получения. Также установлено, что эти растения содержат различные фенольные соединения, проявляющие выраженную биологическую активность [1, 5, 24].

У всех растений, выбранных нами для экстрагирования, были использованы листья, а для *S. cylindrica*, *S. trifasciata* и *P. tuberosa* – дополнительно подземные части, что позволит сравнить содержание и состав экстрактивных веществ в различных органах. Ранее такие исследования не проводились. Экстрагирование осуществляли при условиях, подобранных на основании литературных данных [9, 10, 22–25], обеспечивающих наиболее полный выход стероидных сапогенинов и сапонинов. Полученные данные приведены на рисунке 1.

Максимальный выход экстрактивных веществ был получен при экстрагировании корневищ растений *S. cylindrica* и *S. trifasciata* – 21 и 25% соответственно. Однако из листьев этих растений извлекается меньше экстрактивных веществ (у *S. trifasciata* – почти в 5 раз) (рис. 1), что также было показано ранее [9, 23, 24]. Сравнительный анализ полученных данных с литературными, позволил выявить, что с возрастанием концентрации спирта увеличивается выход экстрактивных веществ из листьев растений рода *Sansevieria*. Например, при экстрагировании листьев *S. cylindrica* метанолом и этанолом с концентрацией 70% выход экстрактивных веществ равен 3.3–3.5% [9, 23], а с концентрацией 80% – он увеличивается почти в 5 раз и составляет 16.7% (рис. 1). При экстрагировании листьев и лукович *P. tuberosa* был получен практически одинаковый выход экстрактивных веществ – 15.5% и 15.9% от исходного сырья. Выход экстрактивных веществ из листьев *Y. filamentosa*, извлекаемых при вышеописанных условиях, составляет 12.5%, что почти в 2 раза больше, чем было получено в работе [25] при экстрагировании листьев 70% метанолом в аппарате Сокслета. Очевидно, что использование спирта с более высокой концентрацией также позволяет извлекать больше экстрактивных веществ из листьев *Y. filamentosa*. Из листьев *F. gigantea* было извлечено 10.3% экстрактивных веществ. Полученные результаты сопоставимы с данными по экстрагированию других видов растений рода *Furcraea* [10, 22].

В полученных экстрактах с помощью качественных реакций проверили наличие основных биологически активных веществ, которыми богаты растения семейства *Asparagaceae* (табл. 1).

Во всех экстрактах показано присутствие углеводов, флавоноидов, стероидных и терпеноидных соединений, сапонинов. Также во всех экстрактах были обнаружены танины, за исключением экстрактов из корневищ растений *S. cylindrica* и *S. trifasciata*.

Проведено количественное определение обнаруженных биологически активных веществ в исследуемых экстрактах (табл. 2).

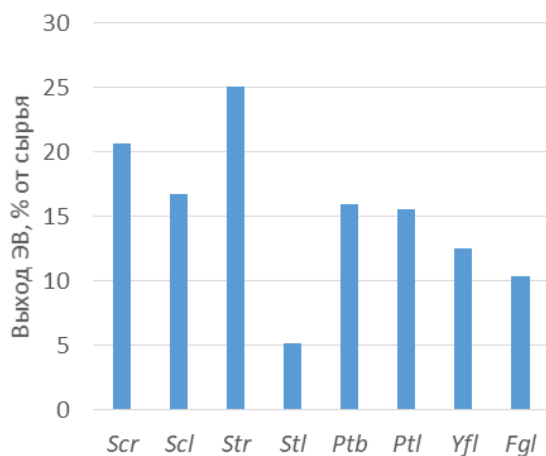


Рис. 1. Выход экстрактивных веществ, извлекаемых 80% метанолом из пяти видов растений семейства *Asparagaceae*: *Scl* – листья *S. cylindrica*; *Scr* – корневище *S. cylindrica*; *Stl* – листья *S. trifasciata*; *Str* – корневище *S. trifasciata*; *Ptl* – листья *P. tuberosa*; *Ptb* – луковича *P. tuberosa*; *Yfl* – листья *Y. filamentosa*; *Fgl* – листья *F. gigantea*

Таблица 1. Результаты качественных реакций на наличие биологически активных веществ в метанольных экстрактах пяти видов растений сем. *Asparagaceae*

Группа соединений	Экстракты из сырья							
	<i>Scl</i>	<i>Scr</i>	<i>Stl</i>	<i>Str</i>	<i>Ptl</i>	<i>Ptb</i>	<i>Yfl</i>	<i>Fgl</i>
Углеводы/гликозиды	+	+	+	+	+	+	+	+
Флавоноиды	+	+	+	+	+	+	+	+
Таннины	+	–	+	–	+	+	+	+
Стероиды и терпеноиды	+	+	+	+	+	+	+	+
Сапонины	+	+	+	+	+	+	+	+

«+» – наличие; «–» – отсутствие

Таблица 2. Содержание биологически активных веществ в метанольных экстрактах пяти видов растений сем. *Asparagaceae* ($n=3$, $P=0.95$)

Содержание % от сырья	Экстракты из сырья							
	<i>Scl</i>	<i>Scr</i>	<i>Stl</i>	<i>Str</i>	<i>Ptl</i>	<i>Ptb</i>	<i>Yfl</i>	<i>Fgl</i>
Углеводы	10.87±0.13	–*	2.61±0.12	–*	8.47±0.09	–*	10.44±0.13	6.15±0.28
Фенольные соединения	4.91±0.15	1.52±0.02	1.52±0.09	2.29±0.05	5.23±0.17	3.21±0.17	6.43±0.21	4.88±0.10
Флавоноиды	0.99±0.04	0.17±0.01	0.14±0.01	0.32±0.01	0.42±0.01	0.33±0.03	1.95±0.04	0.20±0.03
Терпеноидные соединения	1.39±0.04	1.26±0.07	0.26±0.01	1.93±0.05	1.92±0.01	0.84±0.01	0.86±0.01	0.51±0.01

* – получен недостоверный результат

Установлено, что в экстрактах листьев углеводы занимают наибольшую долю в сумме экстрактивных веществ. Самое высокое содержание углеводов обнаружено в экстракте из листьев *Y. filamentosa* – около 83% от суммы экстрактивных веществ. В остальных экстрактах из листьев растений содержание углеводов составляет 50–65%. Очевидно, что часть углеводов, обнаруженных в исследуемых экстрактах, представлена гликозидными остатками фенольных, стероидных и терпеноидных соединений, которыми они богаты.

Стоит отметить, что определение углеводов в экстрактах из подземных органов растений оказалось невозможным, так как при проведении анализа был получен недостоверный результат. Реакционная смесь имела неспецифичную для применяемого метода красно-малиновую окраску. Предположительно, это обусловлено протеканием побочной реакции концентрированной серной кислоты, входящей в состав антронового реактива, с веществами исследуемых экстрактов.

Наибольшее количество фенольных соединений, в том числе флавоноидов, содержит экстракт из листьев *Y. filamentosa* – 51.3 и 15.5% от суммы экстрактивных веществ, соответственно (табл. 2). В экстракте из листьев *F. gigantea* также установлено высокое содержание фенольных соединений – 47% от суммы экстрактивных веществ, однако содержание флавоноидов очень низкое. Содержание фенольных соединений и флавоноидов в экстрактах из листьев других исследуемых растений составляет около 30% и 3–6% от суммы экстрактивных веществ, соответственно. Также в экстрактах листьев *S. cylindrica* и *P. tuberosa* суммарное содержание фенольных соединений, в том числе флавоноидов, было выше, по сравнению с экстрактами из подземных органов. Известно, что фенольные соединения в растениях накапливаются в основном в листьях, где они выполняют различные биологические функции. Тем не менее для растения *S. trifasciata* было установлено, что экстракт его корневища содержит в 1.5 раза больше фенольных соединений и 2.3 раза больше флавоноидов, по сравнению с экстрактом из листьев. Также этот экстракт содержит в 7.5 раз больше терпеноидных соединений (табл. 2). Полученные результаты можно объяснить большей доступностью к извлечению веществ, в том числе фенольных и терпеноидных соединений, в корневищах *S. trifasciata* при примененных условиях экстрагирования. Как отмечалось выше, выход экстрактивных веществ из подземных органов *S. trifasciata* в 5 раз выше, чем из листьев растения (рис. 1).

Наряду с экстрактом из корневища *S. trifasciata* высокое содержание терпеноидных соединений было установлено в экстракте из листьев *P. tuberosa* – около 12% от суммы экстрактивных веществ. В экстракте из луковиц этого растения содержится почти в 2 раза меньше терпеноидных соединений. Практически равное количество терпеноидных соединений содержится в экстрактах из листьев и корневища *S. cylindrica* – около 1.3% от исходного сырья. *Y. filamentosa* и *F. gigantea* оказались наименее богатыми по количеству извлекаемых из листьев терпеноидных соединений среди исследуемых растений (табл. 2).

Исследование качественного состава экстрактов, полученных из пяти видов растений семейства *Asparagaceae*, проводили с помощью ТСХ (рис. 2).

При хроматографии экстрактов из листьев у всех растений в видимом свете на линиях старта и фронта системы растворителей обнаруживаются зоны, окрашенные в желто-коричневый цвет, которые также детектируются в УФ-свете (рис. 2А, Б). В экстрактах из подземных органов, содержащих больше экстрактивных веществ исследуемых растений, зоны на линии старта и фронта системы растворителей видны только в УФ-свете. На хроматограмме в УФ-свете дополнительно детектируются и другие зоны с различными R_f , причем в экстрактах из листьев их больше, чем в экстрактах из подземных органов (табл. 3).

На рисунке 2В приведен вид полученной пластины анализа экстрактов из пяти видов растений сем. *Asparagaceae* в видимом свете после дериватизации раствором анисового альдегида в серной кислоте. Результаты ее денситометрии приведены в таблицах 3 и 4.

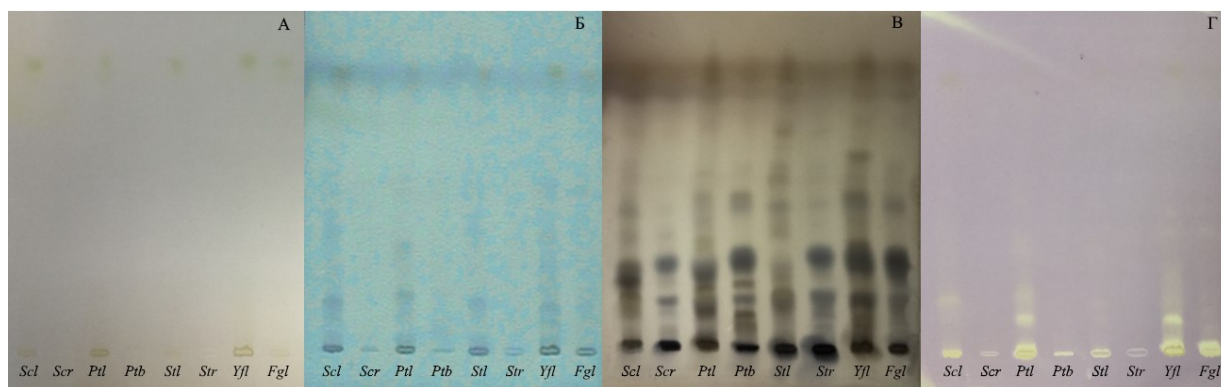


Рис. 2. ТСХ пластины анализа метанольных экстрактов растений сем. *Asparagaceae* в видимом свете (А), при детекции УФ-светом с $\lambda = 254$ нм (Б), после обработки раствором анисового альдегида в серной кислоте (В) и раствором ДФПГ (Г)

Таблица 3. Результаты ТСХ анализа метанольных экстрактов из листьев растений сем. *Asparagaceae*

Экстракты из сырья	R_f	Содержание*, %	Окраска		Флуоресценция
			анисовый альдегид+H ₂ SO ₄ (конц.)	ДФПГ	
1	2	3	4	5	6
<i>Scl</i>	0.06	12.12	черный	желтый	+
	0.17	5.01	серо-черный	–	–
	0.20	6.73	серо-черный	–	–
	0.24	15.82	темно-синий	желтый	+
	0.27	7.87	серо-черный	–	–
	0.37	1.48	серо-черный	–	+
	0.45	2.97	темно-синий	желтый	+
	0.56	0.76	серо-черный	–	–
	0.59	0.67	серо-черный	–	–
	0.69	2.32	темно-синий	–	+
<i>Stl</i>	0.04	3.40	черный	желтый	+
	0.18	22.56	серо-черный	–	+
	0.25	3.27	серо-черный	–	–
	0.28	3.08	темно-синий	–	+
	0.38	0.66	серо-черный	–	–
	0.46	2.24	темно-синий	–	+
	0.55	2.11	серо-черный	–	–
	0.57	0.76	серо-черный	–	–
	0.64	0.64	серо-черный	–	–
	0.69	8.11	темно-синий	–	+
0.80	16.80	серо-черный	–	–	
0.84	36.34	серо-коричневый	–	+	

Окончание таблицы 3

1	2	3	4	5	6
<i>Pfl</i>	0.05	13.52	черный	желтый	+
	0.15	11.70	темно-синий	желтый	+
	0.23	3.20	серо-черный	желтый	–
	0.26	14.10	темно-синий	–	+
	0.35	0.34	серо-черный	–	+
	0.45	1.88	темно-синий	желтый	–
	0.52	0.19	серо-черный	–	–
	0.54	0.57	серо-черный	–	+
	0.72	4.13	серо-черный	–	–
	0.81	19.40	серо-черный	–	–
0.84	30.94	серо-коричневый	–	+	
<i>Ул</i>	0.05	7.10	черный	желтый	+
	0.11	0.53	серо-черный	желтый	+
	0.13	0.93	серо-черный	–	+
	0.18	9.89	темно-синий	желтый	+
	0.30	30.02	темно-синий	желтый	–
	0.43	0.87	темно-синий	желтый	–
	0.48	7.30	темно-синий	–	–
	0.55	0.22	серо-черный	–	–
	0.61	4.69	серо-черный	–	–
	0.72	2.63	серо-черный	–	–
	0.81	8.91	серо-черный	–	–
	0.87	26.91	серо-коричневый	–	+
<i>Fgl</i>	0.05	5.94	черный	желтый	+
	0.12	0.59	серо-черный	–	–
	0.18	9.24	темно-синий	–	+
	0.29	40.64	темно-синий	–	–
	0.46	4.38	темно-синий	желтый	–
	0.48	2.14	темно-синий	–	–
	0.52	1.24	серо-черный	–	–
	0.57	0.73	серо-черный	–	–
	0.74	4.01	серо-черный	–	–
	0.80	12.19	серо-черный	–	–
	0.85	18.92	серо-коричневый	–	+

* – по площади пика на денситограмме.

Сравнительный анализ состава экстрактивных веществ, извлекаемых из разных анатомических частей пяти видов растений сем. *Asparagaceae*, позволил установить, что экстракты листьев содержат более широкий спектр соединений, по сравнению с экстрактами из подземных органов. При этом экстракты схожи по качественному составу, но отличаются по количественному содержанию отдельных веществ.

Установлено, что вещества в зоне линии фронта растворителей ($R_f = 0.84–0.85$), обнаруживаемые на пластине в видимом и УФ-свете до дериватизации, занимают значительную часть – 20–36% от суммы экстрактивных веществ исследуемых экстрактов. Учитывая, что вещества в этой зоне обладают флуоресценцией и являются слабополярными, так как имеют высокую хроматографическую подвижность, можно предположить, что они относятся к простым фенольным соединениям.

Также для всех исследуемых экстрактов обнаруживается зона R_f равным 0.80–0.81, в которой находится 10–26% экстрактивных веществ. Отсутствие флуоресценции и слабополярный характер у обнаруженных веществ позволяет отнести их к различным липофильным соединениям.

Часть веществ из исследуемых экстрактов в примененной системе растворителей не разделилась и осталась на линии старта, образуя зону с R_f равным 0.04–0.06. Наибольшее их количество обнаружено в экстрактах из листьев и корневища *S. cylindrica* – 12.12 и 19.25%, а также в экстракте из листьев *P. tuberosa* – 13.52% от суммы экстрактивных веществ. В остальных исследуемых экстрактах доля веществ, оставшихся на линии старта, не превышает 7% от их суммарного количества. Обнаруженные вещества можно отнести к пигментам и сложным полифенольным соединениям, так как они имеют желто-коричневую окраску и детектируются в УФ-свете (рис. 2А, Б).

Таблица 4. Результаты ТСХ анализа метанольных экстрактов из корневищ и луковиц растений сем. *Asparagaceae*

Экстракты из сырья	R_f	Содержание*, %	Окраска		Флуоресценция
			анисовый альдегид+H ₂ SO ₄ (конц.)	ДФПГ	
<i>Scr</i>	0.04	19.25	черный	желтый	+
	0.09	1.10	серо-черный	–	–
	0.16	1.60	серо-черный	–	–
	0.18	6.92	темно-синий	–	–
	0.24	0.69	серо-черный	–	–
	0.29	13.04	темно-синий	–	–
	0.55	0.33	серо-черный	–	–
	0.70	2.49	серо-черный	–	+
	0.80	26.73	серо-черный	–	+
	0.84	27.85	серо-коричневый	–	+
<i>Str</i>	0.04	4.97	черный	желтый	+
	0.10	0.46	серо-черный	–	+
	0.14	2.96	серо-черный	–	–
	0.19	20.42	темно-синий	–	–
	0.31	30.96	темно-синий	–	–
	0.69	1.24	серо-черный	–	–
	0.81	13.30	серо-черный	–	–
	0.85	25.69	серо-коричневый	–	+
<i>Ptb</i>	0.04	6.60	черный	желтый	+
	0.10	4.96	серо-черный	–	+
	0.13	5.02	серо-черный	–	–
	0.18	4.43	темно-синий	–	–
	0.23	3.86	серо-черный	–	–
	0.30	23.76	темно-синий	–	–
	0.48	1.74	темно-синий	–	–
	0.81	20.48	серо-черный	–	+
	0.85	28.48	серо-коричневый	–	+

* – по площади пика на денситограмме.

Основной целью хроматографического анализа экстрактов из пяти видов растений сем. *Asparagaceae* было установление состава и количества в них основных биологически активных соединений – стероидных сапонинов. По специфической темно-синей окраске с раствором анисового альдегида в серной кислоте на хроматограмме экстрактов были определены зоны, содержащие стероидные сапонины (рис. 2В, табл. 3 и 4). Идентификацию обнаруженных соединений осуществляли по литературным данным [26], согласно которым в системе растворителей, используемой нами для элюирования:

- стероидные сапонины в фураностаноловой форме имеют R_f от 0.01 до 0.28;
- стероидные сапонины в спиростаноловой форме имеют R_f от 0.30 до 0.60;
- стероидные сапогенины имеют R_f выше 0.60.

На хроматограмме экстрактов из корневищ *S. cylindrica* и *S. trifasciata* обнаружены зоны с одинаковыми значениями R_f , отнесенные к стероидным сапонином в фураностаноловой форме ($R_f=0.18$) и спиростаноловой форме ($R_f=0.29$). По количественному содержанию в исследуемых экстрактах преобладают стероидные сапонины в спиростаноловой форме, на долю которых приходится 53% и 66% от суммы обнаруженных сапонинов. Суммарное содержание сапонинов в экстракте из корневища *S. trifasciata* выше в 2.6 раза, чем в экстракте из корневища *S. cylindrica*.

В экстрактах из листьев *S. cylindrica* и *S. trifasciata* также детектируются стероидные сапонины с одинаковыми значениями R_f , отличающиеся по составу от стероидных сапонинов, обнаруженных в экстрактах из корневищ этих растений. В экстракте листьев *S. cylindrica* преобладают стероидные сапонины в фураностаноловой форме с $R_f=0.24$, на их долю приходится почти 16% от суммы разделяемых веществ, в 5 раз больше по сравнению с экстрактом из листьев *S. trifasciata*. Содержание стероидных сапонинов в спиростаноловой форме с $R_f=0.45$ в исследуемых экстрактах низкое и составляет не более 3% от суммы разделяемых веществ. Отличительной особенностью исследуемых экстрактов из листьев двух растений рода *Sansevieria* является

наличие в них сапогенинов – зона с $R_f=0.69$. Стоит отметить, что в экстракте из листьев *S. trifasciata* их содержание в 1.5 раза больше содержания обнаруженных сапонинов.

Стероидные сапонины, идентифицированные в экстрактах из листьев и луковиц *P. tuberosa*, имеют одинаковый качественный состав, но отличаются по количественному содержанию. В экстракте из листьев практически в равных количествах содержатся стероидные сапонины в фураностаноловой ($R_f=0.15-0.18$) и спиростаноловой форме (R_f , равный 0.26–0.30), тогда как в экстракте из луковиц преобладают последние – около 24% от суммы разделяемых веществ. Также в исследуемых экстрактах из листьев и луковиц *P. tuberosa* идентифицированы стероидные сапонины в спиростаноловой форме с $R_f=0.45-0.48$, содержание которых не превышает 2%.

В экстрактах из листьев *Y. filamentosa* и *F. gigantea* состав обнаруженных стероидных сапонинов схож (табл. 4). Они представлены стероидными сапонинами в фураностаноловой форме (зона с $R_f=0.18$) и спиростаноловой форме (зоны с R_f , равным 0.29–0.30; 0.43–0.46 и 0.48). Суммарное содержание стероидных сапонинов в экстрактах из *Y. filamentosa* и *F. gigantea* составляет 48.1 и 56.4% от экстрактивных веществ, при этом наибольшую долю в них – 62% и 72%, соответственно, занимают стероидные сапонины в спиростаноловой форме, имеющие $R_f=0.29-0.30$. На основании полученных данных, можно сделать вывод, что *Y. filamentosa* и *F. gigantea*, используемые в основном для декоративных целей, являются перспективными источниками получения стероидных сапонинов с высоким выходом.

Для оценки антирадикальной активности соединений в исследуемых экстрактах из пяти видов растений сем. *Asparagaceae* ТСХ пластины после элюирования в системе растворителей обрабатывали метанольным раствором ДФПГ (рис. 2Г). Во всех экстрактах зоны на линии старта окрасились в желтый цвет, следовательно, находящиеся в них соединения, отнесенные нами к пигментам и/или сложным полифенольным соединениям, обладают антирадикальной активностью. В экстрактах из листьев всех пяти видов растений сем. *Asparagaceae* обнаруживаются и другие соединения, показывающие антирадикальный эффект (табл. 3 и 4). Наибольшее их количество наблюдается в экстракте из листьев *Y. filamentosa* – соединения распределены в 5 зонах с разными значениями R_f и занимают почти 48% от суммы всех веществ экстракта. Главным образом, они представлены идентифицированными стероидными сапонинами в фураностаноловой и спиростаноловой форме.

Для количественной оценки антирадикальной активности экстрактов из пяти видов растений сем. *Asparagaceae* был применен стандартный спектрофотометрический метод с использованием свободного радикала ДФПГ. Согласно полученным результатам, все исследуемые экстракты показывают дозозависимое антиоксидантное действие (табл. 5).

Наибольшей антирадикальной активностью обладает экстракт листьев *Y. filamentosa*, при его действии уже в концентрации 25.95 мкг/мл наблюдается восстановление 50% свободного радикала ДФПГ. Полученные результаты коррелируют с данными хроматографического анализа экстракта, показавшего наибольшее содержание в нем соединений с выраженной антирадикальной активностью (табл. 3). Как уже упоминалось, они представлены стероидными сапонинами. Кроме того, значительный вклад в проявляемую активность вносят и фенольные соединения, в том числе флавоноиды, содержание которых в экстракте листьев *Y. filamentosa* выше, по сравнению с другими исследуемыми экстрактами (табл. 2).

Анализ данных литературы свидетельствует о том, что представители р. *Yucca* могут оказывать протекторное действие на клетки в условиях генерации свободных радикалов *in vivo*. Например, применение пищевой добавки на основе растительного материала *Y. schidigera* приводило к значительному снижению уровня метгемоглобина, малонового альдегида, в то же время повышению количества глутатиона в крови и различных тканях крыс при интоксикации нитритом и снижению количества патологий в легких и печени, возникающих в результате окислительного стресса [27].

Значимый антиоксидантный эффект демонстрируют и экстракты из *P. tuberosa*. Значения IC_{50} для ингибирования свободного радикала ДФПГ экстрактами из листьев и луковиц составили 37.55 и 34.99 мкг/мл (табл. 5). Ранее нами также было показано, что метанольные экстракты *P. tuberosa* вызывают дозозависимое ингибирование процесса перекисного окисления липидов, наиболее существенный эффект (53.3%) был отмечен для экстракта листьев данного растения [14]. В работе [28] сообщалось, что способность экстрактов цветов *P. tuberosa* из Индии снижать уровень ДФПГ, АВТС⁺ радикалов и окислительных повреждений ДНК обусловлена присутствием в них фенольных соединений и, прежде всего, фенилпропаноидных соединений.

Таблица 5. Антирадикальная активность метанольных экстрактов пяти видов растений сем. *Asparagaceae* *in vitro* ($n = 3$, $P = 0.95$)

Антирадикальная активность, %		Экстракты из сырья							
		<i>Scl</i>	<i>Scr</i>	<i>Stl</i>	<i>Str</i>	<i>Ptl</i>	<i>Ptb</i>	<i>Yfl</i>	<i>Fgl</i>
Концентрация, мкг/мл	25	28.02±4.52	41.57±3.44	24.59±7.47	22.62±4.72	44.16±5.47	42.48±3.86	45.96±2.26	42.79±5.44
	250	73.01±10.34	82.96±6.94	32.10±4.27	50.42±8.92	73.47±7.89	83.17±2.67	75.18±1.53	56.14±3.76
	500	78.53±7.46	91.32±4.46	60.98±7.18	64.98±2.72	75.80±5.74	88.90±2.82	83.70±2.70	69.97±2.93
IC ₅₀ , мкг/мл		164.29	46.08	397.81	303.54	37.55	34.99	25.95	148.15

У растений рода *Sansevieria* наивысшая антирадикальная активность показана для экстракта корневищ *S. cylindrica* (IC₅₀=46.08 мкг/мл). Для экстрактов листьев *S. cylindrica*, листьев и корневищ *S. trifasciata* значения IC₅₀ в 3.5–8.6 раз ниже (табл. 5). Ранее также было установлено, что этанольный экстракт листьев *S. cylindrica*, произрастающей в Индии, и его метанольная фракция в концентрации 100 мкг/мл вызывают значительное ингибирование свободного радикала ДФПГ [29]. Значения IC₅₀ антиоксидантной активности для нового стероидного сапонины, гомоизофлаванона и сапонины аллиоспирозиды А, выделенных из метанольных экстрактов наземных частей *S. cylindrica*, составляли 67.7, 35.2 и 254 мкг/мл [23].

Выводы

При экстракции растительного сырья пяти представителей семейства *Asparagaceae*: *Sansevieria cylindrica*, *Sansevieria trifasciata*, *Polianthes tuberosa*, *Yucca filamentosa* и *Furcreae gigantea* 80% метанолом максимальный выход экстрактивных веществ получен из корневищ растений *S. cylindrica* (21%) и *S. trifasciata* (25%). Количество экстрактивных веществ, выделенных из листьев этих растений, меньше в 1.3 и 5 раз соответственно. Из листьев *Y. filamentosa* и *F. gigantea*, листьев и луковиц *P. tuberosa* извлекается 10.3–15.9% экстрактивных веществ от исходной массы сырья.

Исследование качественного и количественного состава экстрактов сырья пяти представителей семейства *Asparagaceae* позволило установить, что экстракты из листьев характеризуются более широким спектром соединений, у *S. cylindrica* и *P. tuberosa* также количественным преобладанием биологически активных веществ, по сравнению с экстрактами из подземных органов.

Установлено, что в экстрактах листьев всех пяти видов растений сем. *Asparagaceae* присутствуют стероидные сапонины: в листьях *Y. filamentosa*, *F. gigantea* и подземных органах *S. cylindrica*, *S. trifasciata* и *P. tuberosa* преобладают сапонины в спиростаноловой форме, в листьях *S. cylindrica*, *S. trifasciata* – в фурастаноловой форме. Наибольшее количество фенольных соединений содержится в экстрактах листьев *Y. filamentosa* и *F. gigantea* (51.3 и 47% от экстрактивных веществ), а терпеноидных соединений – в экстрактах из листьев *P. tuberosa* (12% от экстрактивных веществ).

Все экстракты пяти видов растений семейства *Asparagaceae* обладают антирадикальной активностью. Наивысший эффект ингибирования свободного радикала ДФПГ показан для экстракта листьев *Y. filamentosa* (IC₅₀=25.95 мкг/мл), что коррелирует с результатами его количественного анализа, позволившего установить высокое содержание стероидных сапонинов и фенольных соединений, в том числе флавоноидов.

Результаты настоящего исследования позволяют предположить, что обнаруженные нами ранее цитотоксический и апоптозиндуцирующий эффекты метанольных экстрактов *P. tuberosa*, *Y. filamentosa* и *F. gigantea* обусловлены высоким содержанием в них метаболитов с известным противоопухолевым потенциалом: спиростаноловых сапонинов и фенольных соединений (экстракты листьев *Y. filamentosa*, *F. gigantea*), терпеноидных соединений (экстракт листьев *P. tuberosa*).

Полученные данные по качественному и количественному анализу экстрактов из пяти видов растений сем. *Asparagaceae* имеют большую практическую ценность, так как позволяют выбрать наиболее перспективные объекты для получения биологически активных стероидных сапонинов.

Список литературы

1. Santos-Zea L., Leal-Diaz A.M., Cortes-Ceballos E., Gutiérrez-Urbe A.J. *Agave* (*Agave* spp.) and its traditional products as a source of bioactive compounds // *Current Bioactive Compounds*. 2012. Vol. 8. N3. Pp. 218–231. DOI: 10.2174/157340712802762410.
2. Da Silva A.A., Da Silva B.P., Parente J.P., Valente A.P. A new bioactive steroidal saponin from *Sansevieria cylindrica* // *Phytotherapy Research*. 2003. Vol. 17. Pp. 179–182. DOI: 10.1002/ptr.1059.

3. Da Silva B.P., Campos P.O., Parente J.P. Chemical structure and biological activity of steroidal saponins from *Furcraea gigantea* // Chemistry of Natural compounds. 2006. Vol. 42. N3. Pp. 316–321. DOI: 10.1007/s10600-006-0109-3.
4. Kemertelidze E.P., Pkheidze T.A. Tigogenin from *Yucca gloriosa* as a possible raw material for the synthesis of steroid hormone preparations // Khim. Farm. Zh. 1972. Vol. 6. Pp. 44–47.
5. Dulla O. *Sansevieria roxburghiana* Schult. & Schult. F., *Agavaceae*: phytochemistry, traditional uses and its pharmacological activities – a review // World Scientific News. 2016. Vol. 59. Pp. 24–34.
6. Andhare R.N., Raut M.K., Naik S.R. Evaluation of anti-allergic and anti-anaphylactic activity of ethanolic extract of *Sansevieria trifasciata* leaves (EEST) in rodents // Journal of Ethnopharmacology. 2012. Vol. 142. Pp. 627–633. DOI: 10.1016/j.jep.2012.05.007.
7. Mannan A., Rupa B.A., Kabidul A.N., Ahmed N., Hasan N. A quick review on antidiabetic plants and action of phytochemicals // International Journal of Advanced Research. 2014. Vol. 2. N5. Pp. 227–249.
8. Baumann E., Stoya G., Volkner A., Richter W., Lemke C., Linss W. Hemolysis of human erythrocytes with saponin affects the membrane structure // Acta Histochem. 2000. Vol. 102. N1. Pp. 21–35. DOI: 10.1078/0065-1281-00534.
9. Raslan M.A., Melek F.R., Said A.A., Elshamy A.I., Umeyama A., Mouniera M.M. New cytotoxic dihydrochalcone and steroidal saponins from the aerial parts of *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook // Phytochemistry Letters. 2017. Vol. 22. Pp. 39–43. DOI: 10.1016/j.phytol.2017.08.004.
10. Yokosuka A., Sano T., Hashimoto K., Sakagami H., Mimaki Y. Glycosides from *Furcraea foetida* and their cytotoxic activity // Chem. Pharm. Bull. 2009. Vol. 57. N10. Pp. 1161–1166. DOI: 10.1248/cpb.57.1161.
11. Yokosuka A., Suzuki T., Tatsuno S., Mimaki Y. Phytochemistry steroidal glycosides from the underground parts of *Yucca glauca* and their cytotoxic activities // Phytochemistry. 2014. Vol. 101. Pp. 109–115. DOI: 10.1016/j.phytochem.2014.02.002.
12. Камалова Я.Н., Штырёва В.В., Абдул-Хафиз И., Ибрагим О.Х.М., Зеленихин П.В., Карамова Н.С., Ильинская О.Н. Цитотоксическое и апоптоз-индуцирующее действие экстрактов растений семейства *Asparagaceae* по отношению к клеткам аденокарциномы легких человека // Ученые записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. 2016. Т. 158. №3. С. 338–350.
13. Камалова Я.Н., Карамова Н.С., Зеленихин П.В., Абдул-Хафиз И., Ильинская О.Н. Растительное сырье как потенциальный источник противоопухолевых агентов // Ученые записки Казанского университета. Сер. Естественные науки. 2019. Т. 161. №3. С. 385–394. DOI: 10.26907/2542-064X.2019.3.385-394.
14. Karamova N.S., Gumerova S.K., Hassan G.O., Abdul-Hafeez E.Y., Ibrahim O.H.M., Orabi M.A.A., Ilinskaya O.N. Antioxidant and antimutagenic potential of extracts of some *Agavaceae* family plants // BioNanoScience. 2016. Vol. 6. N4. Pp. 591–593. DOI: 10.1007/s12668-016-0286-x.
15. Morsy N. Phytochemical analysis of biologically active constituents of medicinal plants // Main Group Chemistry. 2014. Vol. 13. Pp. 7–21. DOI: 10.3233/MGC-130117.
16. Ainsworth A.E., Gillespie K.M. Estimation of total phenolic content and other oxidation substrates in plant tissues using Folin-Ciocalteu reagent // Nature Protocols. 2007. Vol. 2. Pp. 875–877. DOI: 10.1038/nprot.2007.102.
17. Корулькин Д.Ю., Абилов Ж.А., Музычкина Р.А., Толстиков Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск, 2007. 232 с.
18. Оленников Д.Н., Танхаева Л.М. Методика количественного определения группового состава углеводного комплекса растительных объектов // Химия растительного сырья. 2006. №4. С. 29–33.
19. Патент №2566067 (РФ). Способ количественного определения тетрациклических тритерпенов в сырье чаги или препарате чаги / М.А. Сысоева, С.А. Никитина, В.Р. Хабибрахманова. – 2015.
20. Mensor L.L., Menezes F.S., Leitão G.G., Reis A.S., dos Santos T.C., Coube C.S., Leitão S.G. Screening of Brazilian plant extracts for antioxidant activity by the use of DPPH free radical method // Phytother. Res. 2001. Vol. 15. Pp. 127–130. DOI: 10.1002/ptr.687.
21. Reich E., Schibli A. High-performance thin-layer chromatography for the analysis of medicinal plants. 1st edition. New-York, 2006. 280 p.
22. El-Sayed M.M., Abdel-Hameed E.S., El-Nahas H.A., El-Wakil E.A. Isolation and identification of some steroidal glycosides of *Furcraea selloa* // Pharmazie. 2006. Vol. 61. Pp. 478–482.
23. Said A.A., Aboutabl E.A., Melek F.R., Jaleel G.A.A., Raslan M. Steroidal saponins and homoisoflavanone from the aerial parts of *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook // Phytochemistry Letters. 2015. Vol. 12. Pp. 113–118. DOI: 10.1016/j.phytol.2015.03.006.
24. Tchegnitegni B.T., Teponno R.B., Tanaka C., Gabriel A.F., Tapondjou L.A., Miyamoto T. Sappanin-type homoisoflavanoids from *Sansevieria trifasciata* Prain // Phytochemistry Letters. 2015. Vol. 12. Pp. 262–266. DOI: 10.1016/j.phytol.2015.04.017.
25. Plock A., Hiller G.B.K., Gründemann E., Krause E., Nimtz M., Wray V. Application of MS and NMR to the structure elucidation of complex sugar moieties of natural products: exemplified by the steroidal saponin from *Yucca filamentosa* L. // Phytochemistry. 2001. Vol. 57. Pp. 489–496.
26. Бешлей И.В., Ширишова Т.И. Стероидные сапонины в многолетнем луке *Allium schoenoprasum* L. // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2014. Т. 1. №17. С. 32–37.
27. Cigerci I.H., Fidan A.F., Konuk M., Yuksel H., Kucukkurt I., Eryavuz A., Sozibilir N.B. The protective potential of *Yucca schidigera* (Sarsaponin 30®) against nitrite-induced oxidative stress in rats // J. Nat. Med. 2009. Vol. 63. Pp. 311–317. DOI: 10.1007/s11418-009-0338-4.

28. Maiti S., Moon U., Bera P., Samanta T., Mitra A. The *in vitro* antioxidant capacities of *Polianthes tuberosa* L. flower extracts // *Acta Physiol Plant*. 2014. Vol. 36. Pp. 2597–2605. DOI: 10.1007/s11738-014-1630-9.
29. Ahamad T., Negi D.S., Khan M.F. Phytochemical analysis, total phenolic content, antioxidant and antidiabetic activity of *Sansevieria cylindrica* leaves extract // *J. Nat. Prod. Resour*. 2017. Vol. 3. N2. Pp. 134–136. DOI: 10.21767/2472-0151.100026.

Поступила в редакцию 18 сентября 2020 г.

После переработки 4 ноября 2020 г.

Принята к публикации 9 ноября 2021 г.

Для цитирования: Карамова Н.С., Хабибрахманова В.Р., Абдул-Хафиз И.Й., Гумерова С.К., Камалова Я.Н., Коваленко С.А., Ибрагим О.Х.М., Ораби М.А.-М.А. Состав биологически активных веществ и антирадикальная активность экстрактов из пяти видов растений семейства *Asparagaceae* // *Химия растительного сырья*. 2021. №4. С. 277–289. DOI: 10.14258/jcrpm.2021048470.

Karamova N.S.^{1*}, Khabibrakhmanova V.R.², Abdul-Hafiz I.Y.³, Gumerova S.K.⁴, Kamalova Ya.N.¹, Kovalenko S.A.², Ibrahim O.Kh.M.³, Orabi M.A.-M.A.⁵ COMPOSITION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES AND ANTIRADICAL ACTIVITY OF EXTRACTS FROM FIVE SPECIES OF PLANTS OF THE *ASPARAGACEAE* FAMILY

¹ Kazan (Volga Region) Federal University, ul. Kremlevskaya, 18, Kazan, 420008 (Russia), e-mail: nskaramova@mail.ru

² Kazan National Research Technological University, ul. K. Marxa, 68, Kazan, 420015 (Russia)

³ Assiut University, Assiut, 71526 (Egypt)

⁴ Institute of Organic and Physical Chemistry named after A.E. Arbuzov, Federal Research Center Kazan Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, ul. Acad. Arbuzova, 8, Kazan, 420029 (Russia)

⁵ Al-Azhar University, Assiut, 71524 (Egypt)

Many members of the *Asparagaceae* family are used in traditional medicine in different countries and characterized by a high content of biologically active metabolites. In this work, the qualitative composition and quantitative content of the components of methanol extracts from leaves and underground organs of *Sansevieria cylindrica* Bojer ex Hook, *Sansevieria trifasciata* Prain, *Polianthes tuberosa* L., leaves of *Yucca filamentosa* L. and *Furcraea gigantea* var. *watsoniana* (Hort. Sander) Drumm. were determined. Extraction of plant leaves and underground organs using 80% methanol resulted in 5.2–16.7% and 16–25.1% of the total extractive substances consequently. The presence of steroidal saponins in the extracts was shown by thin layer chromatography. Spirostanol saponins were predominate in the extracts from leaves of *Y. filamentosa*, *F. gigantea* and underground organs of *S. cylindrica*, *S. trifasciata*, *P. tuberosa*, furastanol saponins – in the extracts from leaves of *S. cylindrica* and *S. trifasciata*. The content of terpenoid and phenolic compounds in the extracts established using spectrophotometry significantly differs depending on the plant species and their anatomical part. All the extracts tested exhibited inhibition of the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl free radical in dose-dependent manner. The highest antiradical activity demonstrated the extract from the leaves of *Y. filamentosa* (IC₅₀ = 25.95 µg/ml) containing the largest amount of phenolic compounds, including flavonoids – 51.3 and 15.5% of the total extractive substances.

Keywords: steroidal saponins, phenolic compounds, thin layer chromatography, antioxidant effect.

* Corresponding author.

Referenses

1. Santos-Zea L., Leal-Diaz A.M., Cortes-Ceballos E., Gutiérrez-Urbe A.J. *Current Bioactive Compounds*, 2012, vol. 8, no. 3, pp. 218–231. DOI: 10.2174/157340712802762410.
2. Da Silva A.A., Da Silva B.P., Parente J.P., Valente A.P. *Phytotherapy Research*, 2003, vol. 17, pp. 179–182. DOI: 10.1002/ptr.1059.
3. Da Silva B.P., Campos P.O., Parente J.P. *Chemistry of Natural compounds*, 2006, vol. 42, no. 3, pp. 316–321. DOI: 10.1007/s10600-006-0109-3.
4. Kemertelidze E.P., Pkheidze T.A. *Khim. Farm. Zh.*, 1972, vol. 6, pp. 44–47.
5. Dulla O. *World Scientific News*, 2016, vol. 59, pp. 24–34.
6. Andhare R.N., Raut M.K., Naik S.R. *Journal of Ethnopharmacology*, 2012, vol. 142, pp. 627–633. DOI: 10.1016/j.jep.2012.05.007.
7. Mannan A., Rupa B.A., Kabidul A.N., Ahmed N., Hasan N. *International Journal of Advanced Research*, 2014, vol. 2, no. 5, pp. 227–249.
8. Baumann E., Stoya G., Volkner A., Richter W., Lemke C., Linss W. *Acta Histochem.*, 2000, vol. 102, no. 1, pp. 21–35. DOI: 10.1078/0065-1281-00534.
9. Raslan M.A., Melek F.R., Said A.A., Elshamy A.I., Umeyama A., Mouniera M.M. *Phytochemistry Letters*, 2017, vol. 22, pp. 39–43. DOI: 10.1016/j.phytol.2017.08.004.
10. Yokosuka A., Sano T., Hashimoto K., Sakagami H., Mimaki Y. *Chem. Pharm. Bull.*, 2009, vol. 57, no. 10, pp. 1161–1166. DOI: 10.1248/cpb.57.1161.
11. Yokosuka A., Suzuki T., Tatsuno S., Mimaki Y. *Phytochemistry*, 2014, vol. 101, pp. 109–115. DOI: 10.1016/j.phytochem.2014.02.002.
12. Kamalova Ya.N., Shtyrova V.V., Abdul-Khafiz I., Ibragim O.Kh.M., Zelenikhin P.V., Karamova N.S., Il'inskaya O.N. *Uchenyye zapiski Kazanskogo univrsiteta. Ser. Yestestv. Nauki*, 2016, vol. 158, no. 3, pp. 338–350. (in Russ.).
13. Kamalova Ya.N., Karamova N.S., Zelenikhin P.V., Abdul-Khafiz I., Il'inskaya O.N. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universitetata. Ser. Yestestv. Nauki*, 2019, vol. 161, no. 3, pp. 385–394. DOI: 10.26907/2542-064X.2019.3.385-394. (in Russ.).
14. Karamova N.S., Gumerova S.K., Hassan G.O., Abdul-Hafeez E.Y., Ibrahim O.H.M., Orabi M.A.A., Ilinskaya O.N. *BioNanoScience*, 2016, vol. 6, no. 4, pp. 591–593. DOI: 10.1007/s12668-016-0286-x.
15. Morsy N. *Main Group Chemistry*, 2014, vol. 13, pp. 7–21. DOI: 10.3233/MGC-130117.
16. Ainsworth A.E., Gillespie K.M. *Nature Protocols*, 2007, vol. 2, pp. 875–877. DOI: 10.1038/nprot.2007.102.
17. Korul'kin D.Yu., Abilov Zh.A., Muzychkina R.A., Tolstikov G.A. *Prirodnyye flavonoidy*. [Natural flavonoids]. Novosibirsk, 2007, 232 p. (in Russ.).
18. Olennikov D.N., Tankhayeva L.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2006, no. 4, pp. 29–33. (in Russ.).
19. Patent 2566067 (RU). 2015. (in Russ.).
20. Mensor L.L., Menezes F.S., Leitão G.G., Reis A.S., dos Santos T.C., Coube C.S., Leitão S.G. *Phytother. Res.*, 2001, vol. 15, pp. 127–130. DOI: 10.1002/ptr.687.
21. Reich E., Schibli A. *High-performance thin-layer chromatography for the analysis of medicinal plants. 1st edition*. New-York, 2006, 280 p.
22. El-Sayed M.M., Abdel-Hameed E.S., El-Nahas H.A., El-Wakil E.A. *Pharmazie*, 2006, vol. 61, pp. 478–482.
23. Said A.A., Aboutabl E.A., Melek F.R., Jaleel G.A.A., Raslan M. *Phytochemistry Letters*, 2015, vol. 12, pp. 113–118. DOI: 10.1016/j.phytol.2015.03.006.
24. Tchegnitigni B.T., Teponno R.B., Tanaka C., Gabriel A.F., Tapondjou L.A., Miyamoto T. *Phytochemistry Letters*, 2015, vol. 12, pp. 262–266. DOI: 10.1016/j.phytol.2015.04.017.
25. Plock A., Hiller G.B.K., Gründemann E., Krause E., Nitz M., Wray V. *Phytochemistry*, 2001, vol. 57, pp. 489–496.
26. Beshley I.V., Shirshova T.I. *Izvestiya Komi nauchnogo tsentra UrO RAN*, 2014, vol. 1, no. 17, pp. 32–37. (in Russ.).
27. Cigerci I.H., Fidan A.F., Konuk M., Yuksel H., Kucukkurt I., Eryavuz A., Sozibilir N.B. *J. Nat. Med.*, 2009, vol. 63, pp. 311–317. DOI: 10.1007/s11418-009-0338-4.
28. Maiti S., Moon U., Bera P., Samanta T., Mitra A. *Acta Physiol Plant*, 2014, vol. 36, pp. 2597–2605. DOI: 10.1007/s11738-014-1630-9.
29. Ahamad T., Negi D.S., Khan M.F. *J. Nat. Prod. Resour.*, 2017, vol. 3, no. 2, pp. 134–136. DOI: 10.21767/2472-0151.100026.

Received September 18, 2020

Revised November 4, 2020

Accepted November 9, 2021

For citing: Karamova N.S., Khabibrakhmanova V.R., Abdul-Hafiz I.Y., Gumerova S.K., Kamalova Ya.N., Kovalenko S.A., Ibrahim O.Kh.M., Orabi M.A.-M.A. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2021, no. 4, pp. 277–289. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcpm.2021048470.

