

УДК 577.13 577.19

АНАЛИЗ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ВОДНЫХ ЭКСТРАКТОВ *ARTEMISIA ABSINTHIUM* L., *ARTEMISIA ARMENIACA* LAM., И *ARTEMISIA LATIFOLIA* LEDEB.

© С.Г. Ржевский¹*, М.А. Потапов², Х.С. Шихалиев², Т.П. Федулова¹

¹ Всероссийский научно-исследовательский институт лесной генетики, селекции и биотехнологии, ул. Ломоносова, 105, Воронеж, 394087 (Россия), e-mail: slavaosin@yandex.ru

² Воронежский государственный университет, Университетская пл., 1, Воронеж, 394036 (Россия)

В данной работе представлены результаты анализа водных экстрактов трех видов полыни: *Artemisia absinthium*, *A. armeniaca* и *A. latifolia*, выполненного методом газовой хроматографии – масс-спектрологии, с использованием растительного материала, собранного на территории Воронежской области. *A. absinthium* – фармакопейный вид, успешно применяемый в медицине. В то же время *A. armeniaca* и *A. latifolia* также являются эфиромасличными растениями и обладают перспективами медицинского использования, однако их химический состав изучен в недостаточной степени. Целью данной работы являлось исследование компонентного состава водных экстрактов данных видов. В результате проведенного анализа установлено, что доминирующим компонентом водных экстрактов всех трех видов является ламинитол, в экстракте *A. absinthium* существенную долю занимают мальтоза, 3-гидроксидекадановая кислота и диметил-2-(3-метил-1,3-бутадиенил)-циклогексан-1-метанол, в экстракте *A. armeniaca* преобладают герниарин, дуренол, эскулин, 3-гидроксидекадановая кислота, в экстракте *A. latifolia* – 15-дезоксиспергуалин, 1,2-дигидроксибензол, 3-метилацетат-бутанол. Водные экстракты *A. armeniaca* содержат такие биологически активные вещества, как 2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран-4-он, эскулин и апиол, экстракты *A. latifolia* – 15-дезоксиспергуалин; к ним также относятся ламинитол и сиригнол, выявленные в составе *A. absinthium* и *A. armeniaca*. На основе полученных результатов можно предположить, что препараты данных видов растений могут обладать антибактериальной и фунгицидной активностью, что в отношении *A. armeniaca* и *A. latifolia* требует экспериментальной проверки.

Ключевые слова: *Artemisia absinthium*, *Artemisia armeniaca*, *Artemisia latifolia*, эфиромасличные культуры, газовая хроматография – масс-спектрология.

Введение

Полынь армянская (*Artemisia armeniaca* Lam.) и полынь широколистная (*A. latifolia* Ledeb.), относящиеся к семейству *Asteraceae* Dum., являются представителями эфиромасличной флоры Голарктики, перспективными для применения в фармацевтической промышленности, однако их химический состав и биологические свойства изучены в недостаточной степени. Данные виды распространены в сибирской части России, на Кавказе, встречаются в Центральном Черноземье. Среди южных стран Евразии, полынь армянская находится в Таджикистане, Азербайджане, Армении, Афганистане, Пакистане и Турции [1]. Ареал

Ржевский Станислав Геннадьевич – младший научный сотрудник лаборатории биохимии, молекулярной генетики и физиологии растений, e-mail: slavaosin@yandex.ru

Потапов Михаил Андреевич – ведущий инженер кафедры органической химии, e-mail: amidines@mail.ru

Шихалиев Хидмет Сафарович – заведующий кафедрой органической химии, e-mail: chod261@chem.vsu.ru

Федулова Татьяна Петровна – ведущий научный сотрудник, e-mail: biotechnologiya@mail.ru

полыни широколистной имеет сходные очертания, он охватывает Восточную Европу, южные регионы Сибири, Монголию и северный Казахстан [2]. Полынь горькая (*A. absinthium* L.) является широко распространенным на территории Евразии и хорошо изученным видом, успешно применяющимся в медицинской практике [3]. В данном исследовании он использовался для сравнения с компонентным составом двух других видов.

* Автор, с которым следует вести переписку.

На данный момент полынь армянская и широколистная не используются в фармацевтической практике Российской Федерации, в то время как имеются данные, подтверждающие возможность их применения в медицинских целях. Так, проведенные исследования показали, что экстракты эфирного масла *A. armeniaca* способны оказывать антипролиферативное действие [4] и обладают антималярийной активностью [5].

В составе экстрактов *A. armeniaca* обнаружены специфические представители кумариновых соединений, получившие названия армин и изоармин [6], а также такие кумариновые производные, как лакарол и дезоксилакарол [7]. В отношении армина, изоармина и дезоксилакарола выполнен анализ цитотоксичности, в котором все соединения проявили активность в отношении резистентных к апоптозу линий онкологических клеток. При этом наибольшую эффективность продемонстрировал армин, что позволяет рассматривать данное вещество как перспективный объект для дальнейших исследований [8]. Вторичные метаболиты, выделенные из *A. Latifolia*, также показали наличие биологической активности, в частности, проявление ингибирующего действия в отношении α -амилазы и α -глюкозидазы [9].

Ранее авторами данной публикации проводился анализ состава спиртовых экстрактов [10] *A. absinthium*, *A. armeniaca* и *A. latifolia*, а также состава их эфирных масел [11]. Кроме того, был определен выход экстрактивных веществ (для водных экстрактов *A. absinthium* он составляет $(27.87 \pm 2.17)\%$, для *A. armeniaca* $(37.85 \pm 2.0)\%$, для *A. latifolia* – $(36.96 \pm 1.8)\%$ [12]). Однако эти исследования не дают полной картины разнообразия веществ, содержащихся в растительном сырье данных видов, для проведения более широкого фитохимического скрининга необходимо исследовать экстракты, приготовленные альтернативным способом. Перспективным материалом для анализа в данном случае являются водные настои и отвары растительного сырья, являющиеся традиционным, легко изготавливаемым видом фитопрепаратов.

Основной целью данной работы является анализ состава водных экстрактов *A. absinthium*, *A. armeniaca* и *A. latifolia*. Для интерпретации полученных данных необходимо выявить доминирующие компоненты в составе экстракта каждого вида, рассмотреть обнаруженные в них вещества, обладающие биологической активностью, сравнить профили содержащихся в них метаболитов для трех видов и сопоставить результаты анализов экстрактов, полученных с применением разных растворителей.

Экспериментальная часть

Растительное сырье *A. absinthium*, *A. armeniaca* и *A. latifolia* для анализа было собрано на территории Воронежской области в августе 2018 г. на залежном разнотравно-луговом участке Нагорной дубравы; собирались фрагменты надземной части стеблей с листьями, особей, находящихся на ювенильной и генеративной стадии развития (так как на территории Центрального Черноземья полынь армянская и широколистная размножаются преимущественно вегетативным способом, основную массу их популяций составляют клоновые ювенильные особи с изредка встречающимися генеративными побегам).

Водные экстракты изготавливались из навесок свежего растительного сырья в 4 г, которые заливались водой в объеме 40 мл, раствор доводился до кипения и кипятился 5 мин, после чего остывал при комнатной температуре; дальнейшая экстракция длилась в течение 2 ч. Затем растительное сырье извлекалось, раствор отфильтровывался и полученный фильтрат упаривался на воздушной бане до получения концентрированной смолянистой капли объемом около 50 мкл (упаривание необходимо для последующего растворения смеси в органических экстрагентах, что обусловлено особенностями работы оборудования хроматографического анализа). Следует учесть, что при таком способе пробоподготовки некоторые вещества могли распадаться или улетучиваться, поэтому состав свежего растительного сырья может несколько отличаться от полученных экстрактов.

Анализ приготовленных фитоэкстрактов проводился на хроматографе «Agilent 7890B GC System» с детектором масс «Agilent 5977A MSD» (США). Использовалась инъекция объемом 1.0 мкл, с делением потока 50 : 1. Применялась неполярная колонка «HP-5MS UI» (30 м×0.250 мм×0.25 мкм), с фазой 5% (фенил)-метилполисилоксаном (кат. № 19091S-433UI). Газом-носителем служил гелий, скорость его движения составляла 0.6–1.0 мл/мин, при температуре узла ввода пробы 280 °С, использовалась ионизация типа «электронный удар» с энергией излучения 70 эВ. Анализ и обработка данных осуществлялись на основании баз данных NIST11 (19 мая 2011 года), с использованием программного обеспечения «MassHunter v. B.06.00» и «NIST MS Search 2.0». Диапазон регистрируемых ионов оставил 30–400. Все компоненты пробы полностью элюировались из разделительной колонки и регистрировались детектором, хроматограмма имела хорошее

разрешение пиков. Индекс достоверности идентификации веществ варьировал от 61.8% до 97.57%. Относительное содержание соединений определяли методом внутренней нормализации, в весовых процентах от общего их содержания в исследуемом образце.

Обсуждение результатов

В результате проведенного анализа в растительном сырье исследуемых видов выявлен широкий спектр органических веществ, относящихся к различным классам. В таблице представлен перечень обнаруженных компонентов с указанием их относительной массовой доли содержания. В столбце «С» приведено процентное отношение площади пика данного компонента к суммарной площади пиков. В колонке «Q» – процент совпадения полученных данных с библиотечными спектрами веществ. В колонке «Rt» приведено время удерживания для определенных веществ (в случае, если компонент был выявлен более чем в одной пробе, указано несколько цифр, в порядке следования соответствующих колонок в таблице: *A. absinthium*, *A. armeniaca*, *A. latifolia*).

В составе водного экстракта *A. absinthium* выявлено 17 индивидуальных компонентов, для *A. armeniaca* – 31, для *A. latifolia* – 9. При этом такие два компонента, как ламинитол и 1,2-дигидроксибензол были характерны для всех трех видов, по трем веществам (3-гидроксидедекановая кислота, ксилонитрил-2,3,4,5-тетра-О-ацетат, сирингол) совпадал состав экстракта полыни горькой и армянской, еще по двум (ликоксантин, родопин) – полыни горькой и широколистной.

Рассмотрим проявления биологической активности, установленные для некоторых веществ из приведенного выше перечня.

1. *Компоненты, свойственные нескольким видам.* Шестиатомный спирт ламинитол (ранее обнаруженный в составе водорослей) и его производные, действуют как агонисты в фосфоинозитидной системе передачи сигналов в клетку. Кроме того, установлено, что ламинитол препятствует росту *Neurospora crassa*, то есть обладает фунгицидным эффектом [13]. Ароматический спирт сирингол, свойственный полыни горькой и армянской, в проведенных исследованиях также продемонстрировал антифунгиальную активность [14].

2. *Специфические компоненты A. armeniaca.* Установлено, что 2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран-4-он оказывает антиоксидантное действие [15]. Эскулин обладает вазопротективными свойствами (ингибирует катаболические ферменты, сохраняя целостность периваскулярной соединительной ткани). Также эскулин продемонстрировал антиоксидантные свойства, предохраняя триглицериды от окисления при высоких температурах [16]. Апиол – растительный компонент, обладающий акарицидным эффектом, ранее применялся в медицинской практике при менструальных расстройствах [17].

3. *Специфические компоненты A. latifolia.* 15-Дезокиспергуалин представляет собой иммунодепрессивный агент, способный к связыванию с конститутивным белком теплового шока (hsp70). Предположительно, он может ингибировать различные функции моноцитов, В-лимфоцитов и Т-лимфоцитов [18]. Также установлено, что дезокиспергуалин снижает клеточную цитотоксичность, создаваемую 7-дневным аллоантигеном и препятствует апоптозу [19].

Для сравнения данных проведенного анализа между различными видами следует учесть, что *A. absinthium* относят к секции *Absinthium* рода *Artemisia*, *A. armeniaca* и *A. latifolia* – к секции *Abrotanum*, между последними видами наблюдается существенное морфологическое сходство [20]. Однако результат фитохимического скрининга показывает значительное расхождение спектра обнаруженных веществ изученных представителей. Все три вида сходны только содержанием ламинитола и 1,2-дигидроксибензола. Состав *A. absinthium* совпадает с *A. armeniaca* по двум компонентам (3-гидроксидедекановая кислота, сирингол), с *A. latifolia* – еще по двум (ликоксантин, родопин). В то же время между близкородственными видами полынь армянская и широколиственная эксклюзивных совпадений компонентов не выявлено. Также стоит обратить внимание на тот факт, что ламинитол, составляющий значительную долю водных экстрактов изученных видов, встречается в составе не только цветковых растений, но и систематически далекой группы – водорослей [21]. Однако ранее проведенные исследования состава эфирных масел показали существенное сходство компонентов экстрактов для полыни армянской и широколистной [11]. Таким образом, можно заключить, что при исследовании узкой выборки веществ, экстрагированных каким-либо одним методом, полученные результаты могут не соответствовать систематическим отношениям изучаемых образцов. Для более точного хемисистематического анализа необходимо проведение скрининга более широкой выборки, включающей вещества, полученные разными методами экстракции.

Компонентный состав водных экстрактов *Artemisia absinthium*, *Artemisia armeniaca* и *Artemisia latifolia*

№	Название соединения	Время удерживания, Rt	Брутто-формула	Содержание компонентов, %						
				<i>A. absinthium</i>		<i>A. armeniaca</i>		<i>A. latifolia</i>		
				C	Q	C	Q	C	Q	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
1	Ламинитол	19.502 19.49 19.336	C ₇ H ₁₄ O ₆	78.2	95.69	36.68	95.44	86.5	94.6	
2	2-(4а,8-Диметил-7-оксо-1,2,3,4,4а,7-гексагидронафтален-2-ил)-пропионовая кислота	23.514	C ₁₅ H ₂₀ O ₃	3.77	78.4	–	–	–	–	
3	Мальтоза	16.613	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	3.69	72.58	–	–	–	–	
4	3-Гидроксидодекановая кислота	18.642 18.695	C ₁₂ H ₂₄ O ₃	3.33	71.35	6.57	85.13	–	–	
5	3,3-Диметил-2-(3-метил-1,3-бутадииенил)-циклогексан-1-метанол	23.948	C ₁₄ H ₂₄ O	2.98	75.99	–	–	–	–	
6	Ксилонитрил-2,3,4,5-тетра-О-ацетат	11.602 1.696	C ₁₄ H ₁₇ NO ₉	1.67	78.48	0.31	70.15	–	–	
7	1,2-Дигидроксибензол	13.484 13.46 13.478	C ₆ H ₆ O ₂	1.2	90.84	2.14	81.4	3.98	80.77	
8	Ликоксантин	35.047 33.219	C ₄₀ H ₅₆ O	0.84	86.8	–	–	1	80.83	
9	Родопин	27.153 26.897	C ₄₀ H ₅₈ O	0.76	87.81	–	–	0.25	78.65	
10	2-Пентадецил-1,3-диоксипентан	24.387	C ₂₀ H ₄₀ O ₂	0.73	61.9	–	–	–	–	
11	Сирингол (2,6-диметоксифенол)	15.52 15.519	C ₈ H ₁₀ O ₃	0.66	77.6	0.32	72.97	–	–	
12	Гиспитолид В (пропановой кислоты, 2-метил-, (додекагидро-багидрокси-9а-метил-3-метилен-2,9-диоксоазулено[4,5-б]фуран-6-ил)метиловый эфир	22.867	C ₁₉ H ₂₆ O ₆	0.53	67.57	–	–	–	–	
13	17а-Этил-3β-метокси-17а-аза-D-гомоандростен-5-ен-17-он	17.193	C ₂₂ H ₃₅ NO ₂	0.48	65.45	–	–	–	–	
14	Ундекан	9.804	C ₁₁ H ₂₄	0.4	74.55	–	–	–	–	
15	Ликопен	33.201	C ₄₀ H ₅₆	0.38	85.23	–	–	–	–	
16	4,5,5-Тирметил-1,3-циклопентадиен-1-илбензол	20.179	C ₁₄ H ₁₆	0.2	70.5	–	–	–	–	
17	1Н-Циклопропа[3,4]бенз[1,2-е]азулен-5,7b,9а-тетрол, 1а,1b,4,4а,5,7а,8,9-октакгидро-3-(гидроксиметил)-1,1,6,8-тетраметил-5,9,9а-триацетат	17.656	C ₂₆ H ₃₆ O ₈	0.18	61.8	–	–	–	–	
18	Герниарин	20.078	C ₁₀ H ₈ O ₃	–	–	14.34	97.57	–	–	
19	Дуренол		C ₁₀ H ₁₄ O	–	–	8.91	91.58	–	–	
20	Эскулин	19.11	C ₁₅ H ₁₆ O ₉	–	–	6.98	80.65	–	–	
21	4-О-β-D-Галактопиранозил-α-D-глюкопираноза	17.205	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	–	–	4.47	74.46	–	–	
22	Десульфосинигрин	17.68	C ₁₀ H ₁₇ NO ₆ S	–	–	3.85	76.96	–	–	
23	3-Метокси-2-(2,4,5-триметоксифенил)-2-циклогексен-1-он	27.746	C ₁₆ H ₂₀ O ₅	–	–	2.33	65.61	–	–	
24	Гидрохинон	14.516	C ₆ H ₆ O ₂	–	–	1.85	83.27	–	–	
25	Апиол	23.698	C ₁₂ H ₁₄ O ₄	–	–	1.69	71.01	–	–	
26	N-[3-(диэтиламино)-4-метоксифенил]-ацетамид	27.883	C ₁₃ H ₂₀ N ₂ O ₂	–	–	1.47	67.5	–	–	
27	Эстра-1,3,5(10)-триен-17-β-ол	22.398	C ₁₈ H ₂₄ O	–	–	1.23	74.41	–	–	

Окончание таблицы

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
28	4Н-Цикло-пропа[5',6']бенз[1',2':7,8]азу-лено[5,6-b]оксирен-4-он, 8-(ацетокси)-1,1а,1b,1с,2а,3,3а,6а,6b,7,8,8а-додекагидро-3а,6b,8а-тригидрокси-2а-(гидроксиметил)-1,1,5,7-тетраметил	27.153	C ₂₂ H ₃₀ O ₈	–	–	1.23	73.86	–	–
29	2-Амино-5-[(2-карбоксивинил)-имидазол	11.614	C ₆ H ₇ N ₃ O ₂	–	–	1.11	68.65	–	–
30	м-Гаваякол	13.774	C ₇ H ₈ O ₂	–	–	0.64	84.1	–	–
31	[S,(+)]-β-Метилвалерофенон-1		C ₁₃ H ₁₈ O ₂	–	–	0.45	66.39	–	–
32	4-Метил-, [4-(метоксикарбонил)фенил]-метиловый эфир бензойной кислоты	12.653	C ₁₇ H ₁₆ O ₄	–	–	0.39	62.22	–	–
33	N-[4-(4-Хлорофенил)изотиазол-5-ил]-1-метилпиперидин-2-имин	8.13	C ₁₅ H ₁₆ ClN ₃ S	–	–	0.35	67.91	–	–
34	Декан	9.804	C ₁₀ H ₂₂	–	–	0.34	73.79	–	–
35	5,8-Диэтилодекан	15.786	C ₁₆ H ₃₄	–	–	0.34	74.23	–	–
36	3-Этокси-β, 4-дигидрокси-бензоуксусная кислота	21.775	C ₁₀ H ₁₂ O ₅	–	–	0.34	63.02	–	–
37	2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран-4-он	12.439	C ₆ H ₈ O ₄	–	–	0.13	78.9	–	–
38	7-Метил-Z-тетрадецен-1-ол ацетат	20.956	C ₁₇ H ₃₂ O ₂	–	–	0.13	67.51	–	–
39	Дигидроксантин	15.923	C ₁₇ H ₂₄ O ₅	–	–	0.05	72.27	–	–
40	15-Дезоксипергуалин	18.63	C ₁₇ H ₃₇ N ₇ O ₃	–	–	–	–	4.11	67.24
41	3-Метилацетатбутанол	11.59	C ₁₄ H ₁₇ NO ₉	–	–	–	–	1.82	78.5
42	(5β)Прегнан-3,20β-диол, 14α,18α,-[4-метил-3-оксо-(1-оксо-4-азабутан-1,4-диил)]-, диацетат		C ₂₈ H ₄₃ NO ₆	–	–	–	–	1.71	69.01
43	N-(2,4-Динитрофенил)-L-аргинин	4.379	C ₁₂ H ₁₆ N ₆ O ₆	–	–	–	–	0.47	70.77

Сравнение результатов анализа препаратов данных видов, изготовленных различными способами экстракции, также позволяет сделать некоторые выводы. Стоит отметить, что в целом состав эфирных масел, спиртовых и водных экстрактов для каждого вида существенно различается. Основными доминирующими компонентами спиртовых экстрактов полыни горькой являются N-(2-метил-4-хинолинил)ацетамид, бис-(2-этилгексил) эфир себаценовой кислоты, туйон, δ-туйон, фитол, 1,2-дигидро-2,2,4-триметилхинолин, фитолацетат; в экстракте полыни армянской преобладают герниарин, α-d-метилманнофуранозид, 3-метил-п-аниальдегид, 3-О-метил-D-глюкоза, ортодигидроксибензол, гидрохинон, фитол, дигидроксиацетон; в спиртовых извлечениях полыни широколистной основными компонентами являются бифенил 3-О-метил-D-глюкоза, ортодигидроксибензол, гидрохинон, фитол. Совпадения в составе водных и спиртовых экстрактов имеются лишь по отдельным компонентам – так, оба вида экстрактов полыни армянской содержат м-гаваякол и 1,2-дигидроксибензол [10]. В то же время, в составе эфирного масла изучаемых видов преобладали другие компоненты: для *A. armeniaca* – β-мирцен, валеранон, α-оцимен, сабинен, 2-туен, α-пинен; для масла *A. latifolia* – валрицин А, β-мирцен, транс-β-оцимен, для *A. absinthium* – β-мирцен, линалоол, туйон, *цис*-туйон, терпинен-4-ол, 2-туен. Совпадений по составу для эфирных масел и водных экстрактов для изучаемых видов не выявлено [11]. Отсюда следует, что выборочная оценка состава экстракта, приготовленного каким-либо одним методом, не раскрывает все ресурсное богатство растительного сырья. Для более полного обзора спектра содержащихся в нем веществ, необходимо проводить комплексное исследование, подразумевающее использование различных способов экстракции.

Выводы

Проведенное исследование показало, что доминирующим компонентом водных экстрактов всех трех видов является ламинитол, в экстракте *A. absinthium* существенную долю занимают мальтоза, 3-гидроксидекановая кислота и диметил-2-(3-метил-1,3-бутадиенил)-циклогексан-1-метанол, в экстракте *A. armeniaca* преобладают герниарин, дуренол, эскулин, 3-гидроксидекановая кислота, в экстракте *A. latifolia* – диоксиспергуалин, 1,2-дигидроксибензол, 3-метилацетатбутанол.

Водные экстракты *A. armeniaca* содержат такие биологически активные вещества, как 2,3-дигидро-3,5-дигидрокси-6-метил-4Н-пиран-4-он, эскулин и апиол, экстракты *A. latifolia* – 15-дезоксиспергуалин; к ним также относятся ламинитол и сиригнол (выявленный в составе *A. absinthium* и *A. armeniaca*).

Подводя итоги, можно заключить, что исследуемые виды *A. armeniaca* и *A. latifolia* являются богатым источником биологически активных веществ. При этом состав их экстрактов в значительной мере варьирует в зависимости от способа выделения. Выполненное исследование подтверждает перспективы медицинского использования рассматриваемых видов, дальнейшим направлением исследований могла бы стать оценка бактерицидного и фунгицидного, а также антипролиферативного действия экстрактов данных представителей и отдельных их компонентов.

Список литературы

1. Тахтаджян А.Л. Конспект флоры Кавказа. СПб., М., 2008. Т. 3, ч. 1. 469 с.
2. Бойко А.В. О диагностике и распространении на территории юго-востока Украины *Artemisia armeniaca* Lam. (*Asteraceae*) // Промышленная ботаника. 2007. №7. С. 132–135.
3. Kordali S., Kotan R., Mavi A., Cakir A., Arzu A., Yildirim A. Determination of the chemical composition and antioxidant activity of the essential oil of *Artemisia dracunculus* and of the antifungal and antibacterial activities of Turkish *Artemisia absinthium*, *A. dracunculus*, *Artemisia santonicum*, and *Artemisia spicigera* essential oils // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2005. Vol. 53. N24. Pp. 9452–9458. DOI: 10.1021/jf0516538.
4. Mojarrab M., Lagzianb M., Emami S.A., Asilic J., Tayarani-Najaranb Z. *In vitro* anti-proliferative and apoptotic activity of different fractions of *Artemisia armeniaca* // Revista Brasileira de Farmacognosia. 2013. Vol. 23. N5. Pp. 783–788.
5. Mojarrab M., Shiravand A., Delazar A., Afshar F.H. Evaluation of *in vitro* antimalarial activity of different extracts of *Artemisia aucheri* Boiss. and *A. armeniaca* Lam. and fractions of the most potent extracts // The Scientific World Journal. 2014. Vol. 2014. Article 825370. DOI: 10.1155/2014/825370.
6. Rybalko K.S., Konovalova O.A., Sheichenko V.I., Zakharov P.I. Armin – A new coumarin from *Artemisia armeniaca* // Chemistry of Natural Compounds. 1976. N12. Pp. 262–265. DOI: 10.1007/BF00567792.
7. Mojarrab M., Delazar A., Hamburger M., Potterat O. New coumarin-hemiterpene ether glucosides and a structurally related phenylpropanoic acid derivative from *Artemisia armeniaca* // Natural product communications. 2010. N5. Pp. 1619–1622.
8. Mojarrab M., Emami S.A., Delazar A., Tayarani-Najaran Z. Cytotoxic properties of three isolated coumarin-hemiterpene ether derivatives from *Artemisia armeniaca* Lam. // Iran Journal Pharm Researches. 2017. Vol. 16. N1. Pp. 221–229.
9. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Kashchenko N.I., Nikolaev V.M., Kim S.W., Vennos C. Bioactive phenolics of the genus *Artemisia* (*Asteraceae*): HPLC-DAD-ESI-TQ-MS/MS profile of the siberian species and their inhibitory potential against α -amylase and α -glucosidase // Frontiers in Pharmacology. 2018. Vol. 9. Article 756. DOI:10.3389/fphar.2018.00756.
10. Ржевский С.Г., Потапов М.А. *Artemisia armeniaca* Lam., как перспективный источник биологически активных веществ // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов: сборник докладов XII международной научной конференции аспирантов и студентов. Донецк, 2018. С. 97–99.
11. Ржевский С.Г., Агафонов В.А., Мальцева А.А., Верлина А.А., Фалалеев А.В., Шихалиев Х.С. Сравнительный анализ эфирного масла *Artemisia absinthium*, *Artemisia armeniaca* и *Artemisia latifolia* // Известия Уфимского научного центра РАН. 2017. №4. С. 51–56.
12. Ржевский С.Г., Верлина А.А. Исследование доброкачественности растительного сырья некоторых представителей рода *Artemisia* // Современные аспекты использования растительного сырья и сырья природного происхождения в медицине. V Научно-практическая конференция. М., 2017. С. 179–182.
13. Howard A.J., Ozer C., Oak Z. Total synthesis of (–)-laminitol (1D-4C-methyl-myoinositol) via microbial oxidation of toluene // Tetrahedron Letters. 1991. Vol. 32. N13. Pp. 1671–1674.
14. Zabka M., Pavela R. Antifungal efficacy of some natural phenolic compounds against significant pathogenic and toxinogenic filamentous fungi // Chemosphere. 2013. Vol. 93. N6. Pp. 1051–1056. DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.05.076.
15. Čechovská L., Sejpek K., Konečný M., Velíšek J. On the role of 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-(4H)-pyran-4-one in antioxidant capacity of prunes // European Food Research and Technology. 2011. Vol. 233. N3. Pp. 367–376. DOI: 10.1007/s00217-011-1527-4.

16. Wang Y., Zhao M., Ou Y., Zeng B., Lou X., Wang M., Zhao C. Metabolic profile of esculin in rats by ultra high performance liquid chromatography combined with Fourier transform ion cyclotron resonance mass spectrometry // *Journal of chromatography B*. 2016. Vol. 1020. Pp. 120–128. DOI: 10.1016/j.jchromb.2016.03.027.
17. Song H.Y., Yang J.Y., Suh J.W., Lee H.S. Acaricidal activities of apiol and its derivatives from *Petroselinum sativum* seeds against *Dermatophagoides pteronyssinus*, *Dermatophagoides farinae*, and *Tyrophagus putrescentiae* // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011. Vol. 59. N14. Pp. 7759–7764. DOI: 10.1021/jf201945y.
18. Hoeger P.H., Tepper M.A., Faith A., Higgins J.A., Lamb J.R., Geha R.S. Immunosuppressant deoxyspergualin inhibits antigen processing in monocytes // *The Journal of Immunology*. 1994. Vol. 153. N9. Pp. 3908–3916.
19. Kerr P.G., Atkins R.C. Deoxyspergualin inhibits cytotoxic T lymphocytes but not NK or LAK cells // *Immunol Cell Biol*. 1991. Vol. 69(3). Pp. 177–183.
20. Амельченко В.П. Биосистематика полыней Сибири. Кемерово, 2006. 238 с.
21. Wöber G., Hoffmann-Ostenhof O. On the Biosynthesis of Laminitol (d-4-C-Methyl-myo-inositol) in *Porphyridium* sp. // *European journal of biochemistry*. 1970. Vol. 17. N2. Pp. 393–396. DOI: 10.1111/j.1432-1033.1970.tb01178.x.

Поступила в редакцию 9 февраля 2019 г.

После переработки 18 марта 2019 г.

Принята к публикации 15 мая 2019 г.

Для цитирования: Ржевский С.Г., Потапов М.А., Шихалиев Х.С., Федулова Т.П. Анализ компонентного состава водных экстрактов *Artemisia absinthium* L., *Artemisia armeniaca* Lam., и *Artemisia latifolia* Ledeb. // *Химия растительного сырья*. 2019. №4. С. 285–292. DOI: 10.14258/jcprm.2019045149.

Rzhevsky S.G.^{1*}, Potapov M.A.², Shikhaliev H.S.², Fedulova T.P.¹ ANALYSIS OF AQUEOUS EXTRACTS OF *ARTEMISIA ABSINTHIUM* L., *ARTEMISIA ARMENIACA* LAM. AND *ARTEMISIA LATIFOLIA* LEDEB.

¹ All-Russian Research Institute of Forest Genetics, Breeding and Biotechnology, ul. Lomonosova, 105, Voronezh, 394087 (Russia), e-mail: slavaosin@yandex.ru

² Voronezh State University, Universitetskaya pl., 1, Voronezh, 394036 (Russia)

This paper presents the results of the aqueous extracts analysis of *Artemisia absinthium* L., *Artemisia armeniaca* Lam. and *Artemisia latifolia* Ledeb. performed by gas chromatography - mass spectroscopy. The study used plant material collected on the territory of the Voronezh Region. As a result of the analysis, a wide range of organic substances belonging to different classes was found in the plant raw materials of the studied species. The dominant component of the aqueous extracts of all three types is laminitol, a significant components in the extraction of *A. absinthium* is maltose, 3-hydroxydodecanoic acid and dimethyl-2-(3-methyl-1,3-butadienyl)-cyclohexane-1-methanol, herniarin, durenol, esculin, 3-hydroxydodecanoic acid is dominated in *A. armeniaca* extract, and *A. latifolia* extract has 15-deoxispergualin, 1,2-dihydroxybenzene, 3-methylacetate-butanol. Aqueous extracts of *A. armeniaca* contain such biologically active substances as 2,3-dihydro-3,5-dihydroxy-6-methyl-4H-pyran-4-one, esculin and apiol, extracts of *A. latifolia* - 15-deoxyspergualin; laminitol and syringol (identified in *A. absinthium* and *A. armeniaca*) also belong to them. This study confirms the prospects for the medical use of *A. armeniaca* and *A. latifolia*, a further direction of research could be the evaluation of bactericidal and fungicidal, as well as, antiproliferative effects of they extracts, as well as their individual components.

Keywords: *Artemisia absinthium*, *Artemisia armeniaca*, *Artemisia latifolia*, essential oil crops, gas chromatograph – mass spectroscopy.

* Corresponding author.

References

1. Takhtadzhyan A.L. *Konspekt flory Kavkaza*. [Abstract of Caucasus Flora]. St. Petersburg, Moscow, 2008, vol. 3, part 1, 469 p. (in Russ.)
2. Boyko A.V. *Promyshlennaya botanika*, 2007, no. 7, pp. 132–135. (in Russ.)
3. Kordali S., Kotan R., Mavi A., Cakir A., Arzu A., Yildirim A. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2005, vol. 53, no. 24, pp. 9452–9458, DOI: 10.1021/jf0516538.
4. Mojarrab M., Lagzianb M., Emamic S.A., Asilic J., Tayarani-Najaranb Z. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 2013, vol. 23, no. 5, pp. 783–788.
5. Mojarrab M., Shiravand A., Delazar A., Afshar F.H. *The Scientific World Journal*, 2014, vol. 2014, article 825370, DOI: 10.1155/2014/825370.
6. Rybalko K.S., Konovalova O.A., Sheichenko V.I., Zakharov P.I. *Chemistry of Natural Compounds*, 1976, no. 12, pp. 262–265, DOI: 10.1007/BF00567792.
7. Mojarrab M., Delazar A., Hamburger M., Potterat O. *Natural product communications*, 2010, no. 5, pp. 1619–1622.
8. Mojarrab M., Emami S.A., Delazar A., Tayarani-Najaran Z. *Iran Journal Pharm Researches*, 2017, vol. 16, no. 1, pp. 221–229.
9. Olennikov D.N., Chirikova N.K., Kashchenko N.I., Nikolaev V.M., Kim S.W., Vennos C. *Frontiers in Pharmacology*, 2018, vol. 9, article 756, DOI:10.3389/fphar.2018.00756.
10. Rzhnevskiy S.G., Potapov M.A. *Okhrana okruzhayushchey sredy i ratsional'noye ispol'zovaniye prirodnnykh resursov. Sbornik dokladov XII mezhdunarodnoy nauchnoy konferentsii aspirantov i studentov*. [Environmental protection and rational use of natural resources. Collection of reports of the XII international scientific conference of graduate students and students]. Donetsk, 2018, pp. 97–99. (in Russ.)
11. Rzhnevskiy S.G., Agafonov V.A., Mal'tseva A.A., Verlina A.A., Falaleyev A.V., Shikhaliyev Kh.S. *Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra RAN*, 2017, no. 4, pp. 51–56. (in Russ.)
12. Rzhnevskiy S.G., Verlina A.A. *Sovremennyye aspekty ispol'zovaniya rastitel'nogo syr'ya i syr'ya prirodnogo proiskhozhdeniya v meditsine. V Nauchno-prakticheskaya konferentsiya*. [Modern aspects of the use of plant materials and raw materials of natural origin in medicine. V Scientific and Practical Conference]. Moscow, 2017, pp. 179–182. (in Russ.)
13. Howard A.J., Ozer C., Oak Z. *Tetrahedron Letters*, 1991, vol. 32, no. 13, pp. 1671–1674.
14. Zabka M., Pavela R. *Chemosphere*, 2013, vol. 93, no. 6, pp. 1051–1056, DOI: 10.1016/j.chemosphere.2013.05.076.
15. Čechovská L., Cejpek K., Konečný M., Velišek J. *European Food Research and Technology*, 2011, vol. 233, no. 3, pp. 367–376, DOI: 10.1007/s00217-011-1527-4.
16. Wang Y., Zhao M., Ou Y., Zeng B., Lou X., Wang M., Zhao C. *Journal of chromatography B*, 2016, vol. 1020, pp. 120–128, DOI: 10.1016/j.jchromb.2016.03.027.
17. Song H.Y., Yang J.Y., Suh J.W., Lee H.S. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2011, vol. 59, no. 14, pp. 7759–7764, DOI: 10.1021/jf201945y.
18. Hoeger P.H., Tepper M.A., Faith A., Higgins J.A., Lamb J.R., Geha R.S. *The Journal of Immunology*, 1994, vol. 153, no. 9, pp. 3908–3916.
19. Kerr P.G., Atkins R.C. *Immunol. Cell. Biol.*, 1991, vol. 69(3), pp. 177–183.
20. Amel'chenko V.P. *Biosistematika polyney Sibiri*. [Biosystematics wormwood Siberia]. Kemerovo, 2006, 238 p. (in Russ.)
21. Wöber G., Hoffmann-Ostenhof O. *European journal of biochemidtry*, 1970, vol 17, no. 2, pp. 393–396, DOI: 10.1111/j.1432-1033.1970.tb01178.x.

Received February 9, 2019

Revised March 18, 2019

Accepted May 15, 2019

For citing: Rzhnevsky S.G., Potapov M.A., Shikhaliyev H.S., Fedulova T.P. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2019, no. 4, pp. 285–292. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2019045149.