

УДК 615.322:582.929(470.638)

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЕНОЛЬНЫХ СОЕДИНЕНИЙ ЛИСТЬЕВ И ПОБЕГОВ РОЗМАРИНА ЛЕКАРСТВЕННОГО (*ROSMARINUS OFFICINALIS L.*), ИНТРОДУЦИРОВАННОГО В БОТАНИЧЕСКОМ САДУ ПЯТИГОРСКОГО МЕДИКО-ФАРМАЦЕВТИЧЕСКОГО ИНСТИТУТА

© *З.М. Тохсырова, И.В. Попов**, *О.И. Попова*

Пятигорский медико-фармацевтический институт – филиал Волгоградского государственного медицинского университета, пр. Калинина, 11, Пятигорск, 357500 (Россия), e-mail: beegeeslover@mail.ru

Объектом исследования явились листья и побеги розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis L.*), интродуцируемого в течение 9 лет в условиях Кавказских Минеральных Вод (Северный Кавказ) в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института в открытом грунте с укрытием на зиму. Предварительную идентификацию фенольных соединений в извлечениях из листьев и побегов розмарина лекарственного осуществляли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ), при этом обнаружены галловая кислота, розмариновая кислота, кверцетин и апигенин.

Методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) при длинах волн 254 и 330 нм в листьях и побегах розмарина лекарственного обнаружено 10 соединений: флавоноиды: катехин, эпикатехин, кверцетин, апигенин; фенолкарбоновые кислоты: кофейная, галловая хлорогеновая, феруловая, розмариновая; а также кислота аскорбиновая. Содержание розмариновой кислоты в пересчете на сухое сырье в листьях розмарина составило 0.181–0.184%; в побегах – 0.062–0.064%.

Район Северного Кавказа можно рассматривать в качестве перспективной территории для возделывания лекарственного растения – Розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis*) – для получения лекарственного растительного сырья с высоким содержанием биологически активных веществ.

Ключевые слова: *Rosmarinus officinalis L.*, фенольные соединения, листья, побеги, Пятигорский ботанический сад, высокоэффективная жидкостная хроматография, интродукция, Северный Кавказ.

Введение

Розмарин лекарственный (*Rosmarinus officinalis L.*) – многолетнее вечнозеленое растение из семейства Яснотковые (*Lamiaceae*). В диком виде произрастает на территории стран Средиземноморья, в основном в Северной Африке (Марокко, Алжир, Тунис). Широко культивируется по всему Средиземноморью, а также в Великобритании.

Листья розмарина лекарственного являются официальным сырьем в странах Европы (включая Британскую травяную фармакопею); сырье используется в гомеопатической практике некоторых стран [1–3].

В листьях розмарина накапливается до 2,0% эфирного масла (ведущая группа биологически активных веществ) в составе которого доминируют апинен, камфен, борнеол, цинеол, борниацетат и другие [4]. Эфирное масло розмарина рекомендуют при различных соматических расстройствах: умственное и физическое переутомление, неврозы различного генеза, нервные расстройства в климактерический период, нарушения менструального цикла. Кроме того, эфирное масло розмарина эффективно для санации помещений. Известны комбинированные препараты на основе розмарина

Тохсырова Залина Маурбековна – аспирант кафедры фармакогнозии и ботаники, e-mail: zayka.tohsyrova@mail.ru

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

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

* Автор, с которым следует вести переписку.

лекарственного: «Канефрон Н», «Артродинат», «Динпресан», «Дра-кодермалин», «Ровалинд», «Роймекс», «Ромари-некс» и др., применяемые при хронических заболеваниях мочевыводящих путей, в качестве желчегонного, как тонизирующее и противовоспалительное средство, при упадке сил [5–7].

Однако необходимо отметить, что внимание исследователей сконцентрировано в основном на изучении химического состава и биологической активности терпеноидного комплекса растения, тогда как к биологически активным веществам фенольной природы проявлен меньший интерес.

В настоящее время имеется ряд публикаций, демонстрирующих перспективность изучения фенольных соединений розмарина лекарственного, особенно в плане его комплексного использования [8–9]. По данным зарубежных исследователей в розмарине лекарственном обнаружены фенольные соединения: карнозол, карнозоловая кислота, розмариновая кислота, ладанеин, 1-О-ферулоил-β-D-глюкопираноза, 1-О-(4-гидроксibenzoил)-β-D-глюкопираноза, генкванин, лютеолин, кемпферол, лютеолин-3-О-(3-О-ацетил) β-D-глюкуронид, лютеолин-3-О-β-D-глюкуронид, 6-метоксилутеолин-7-гликозид(4), 6-О-(Е)-р-кумароилнепитрин(3), 6-О-(Е)-ферулоилнепитрин [10–11].

Известно, что фенольные соединения обладают широким спектром фармакологической активности, мощной антиоксидантной защитой организма, могут быть использованы для профилактики атеросклероза, инсульта, сахарного диабета и ожирения [12–16].

Экспериментальная часть

Объекты исследования – листья, собранные с цветущих растений, и побеги первого года жизни розмарина лекарственного, заготовленные в августе 2016 г. в ботаническом саду Пятигорского медико-фармацевтического института (ПМФИ). Интродукционные исследования *розмарина лекарственного* проводятся на протяжении 9 лет в условиях почвенно-климатической зоны Северного Кавказа на территории Кавказских Минеральных Вод (КМВ) как в условиях открытого грунта с укрытием на зиму, так и в оранжерее Ботанического сада ПМФИ. Сырье высушивали в тени под навесом [17].

Влажность определяли по методике ГФ РФ XIII [18] методом высушивания. Влажность составила $8.2 \pm 0.21\%$. Высушенное сырье измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм.

Для проведения качественных реакций на фенольные соединения из листьев и побегов розмарина лекарственного получали извлечения с использованием спирта этилового 70% в соотношении 1 : 20 в колбе со шлифом с обратным холодильником при нагревании на кипящей водяной бане в течение 60 мин. Полученное извлечение охлаждали, фильтровали через бумажный фильтр. Проводили следующие испытания: цианидиновая проба (к упаренному спиртовому извлечению прибавляли хлористоводородную кислоту и магниевую стружку); борно-лимонная реакция, с 5% спиртовым раствором хлорида алюминия, с 10% раствором гидроксида аммония, с 1% раствором ванилина в концентрированной кислоте хлористоводородной, с 10% раствором основного ацетата свинца (табл. 1).

Предварительную идентификацию фенольных соединений осуществляли методом тонкослойной хроматографии (ТСХ) на пластинках «Sorbfil ПТСХ-ПА-УФ» размером 15×15 (Краснодар) в закрытых вертикальных стеклянных камерах, в 5 системах растворителей: 1) *n*-Бутанол – уксусная кислота – вода (БУВ) (4 : 1 : 5) – система 1; 2) БУВ (4 : 1 : 2) – система 2; 3) Хлороформ – метиловый спирт – вода (10 : 5 : 1) – система 3; 4) Хлороформ – метиловый спирт – вода (26 : 14 : 3) – система 4; 5) Хлороформ – метиловый спирт (8 : 2) – система 5.

Таблица 1. Результаты качественных реакций на фенольные соединения в извлечениях из листьев и побегов розмарина лекарственного

Реактив	Результат реакции	Группы соединений
Цианидиновая проба	Окрашивание от розового до малинового	Флавоны, флавонолы
Борно-лимонная реакция	Желтое окрашивание	5-оксифлавоны, 5-оксифлавонолы
Хлорид алюминия, раствор	Желтое окрашивание	Флавоны, флавонолы
Гидроксида аммония, раствор	Желтое окрашивание	Флавоны, флавонолы
Ванилина раствор в концентрированной хлористоводородной кислоте	Коричневое окрашивание	Катехины
Основной ацетат свинца, раствор	Желтый осадок	Флавоны, флавонолы

Детектирование пятен веществ на хроматограммах проводили просматриванием их в видимом и УФ-свете до и после обработки пластинок 2% спиртовым раствором хлорида алюминия и парами аммония гидроксида, 1% спиртовым раствором хлорида железа (III).

Ограниченные возможности тонкослойной хроматографии не позволили достоверно идентифицировать фенольные соединения. Поэтому был использован метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), рекомендуемый для исследования фенольных соединений [19–22].

В работе был использован хроматограф «GILSON» (Франция), инжектор ручной «RHEODYNE 7125» (США). Обработку результатов исследования проводили с использованием программы «Multichrome for Windows». В качестве неподвижной фазы использовали металлическую колонку размером 4,6x250 мм Kromasil C18, размер частиц 5 микрон. В качестве подвижной фазы была использована система: метанол – вода – кислота фосфорная концентрированная, соотношение – 20 : 80 : 0,5. Анализ проводили при комнатной температуре, скорость подачи элюента – 0,8 мл/мин. Продолжительность анализа 60 мин. Детектирование проводили с помощью УФ-детектора «GILSON» UV/VIS 151 при длинах волн 254 нм и 330 нм [23–26]. Использование двух длин волн позволило более точно составить картину о содержании фенольных соединений, так по имеющимся литературным данным идентификацию фенолкарбоновых кислот лучше проводить при длине волны 330 нм [27].

Соединения идентифицировали по времени удерживания (t_r , мин) путем сравнения с аналогичными показателями стандартных образцов и в соответствии с данными литературы [28]. В качестве стандартных образцов использовали коммерчески доступные индивидуальные вещества (табл. 2).

Для разделения и идентифицирования фенольных соединений методом ВЭЖХ получали спиртовые извлечения из листьев и побегов розмарина лекарственного по следующей методике: аналитическую пробу сырья около 0,5 г (точная навеска) листьев (побегов) розмарина, измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 2 мм (ГОСТ 214-83), помещали в колбу вместимостью 50 мл, прибавляли 10 мл 70% этилового спирта, присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на кипящей водяной бане в течение 1 ч с момента закипания спиртоводной смеси в колбе. После охлаждения извлечение фильтровали через бумажный фильтр в мерную колбу объемом 10 мл и доводили объем до метки 70% этиловым спиртом (испытуемый раствор). Одновременно готовили 0,05% растворы стандартных образцов (СО) фенольных соединений в этиловом спирте 70%.

Количественное определение розмариновой кислоты также проводили методом ВЭЖХ, сравнивая со стандартным образцом розмариновой кислоты, использовали длину волны 330 нм (рис. 1).

Приготовление раствора стандартного образца розмариновой кислоты: 0,0024 г (точная навеска) помещали в мерную колбу вместимостью 10 мл, прибавляли 5 мл 70% этилового спирта, встряхивали до растворения и доводили объем раствора до метки 70% этиловым спиртом, перемешивали. По 20 мкл испытуемых растворов и растворов СО вводили в хроматограф и хроматографировали в вышеприведенных условиях.

Содержание кислоты розмариновой (%) в абсолютно сухом сырье рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{S_x \cdot m_{ст} \cdot V_0 \cdot 100 \cdot 100 \cdot 100}{S_{ст} \cdot V_{ст} \cdot m_0 \cdot (100 - W)}$$

где $S_{ст}$ – площадь пика кислоты розмариновой на хроматограмме испытуемого раствора (средняя площадь пика по 3 параллельным определениям); S_x – площадь пика кислоты розмариновой на хроматограмме стандартного раствора; $m_{ст}$ – навеска кислоты розмариновой СО, г; V_0 – объем мерной колбы, использованной для приготовления испытуемого раствора, мл; $V_{ст}$ – объем мерной колбы, использованной для приготовления испытуемого растворов СО, мл; m_0 – навеска сырья розмарина, г; W – потеря в массе при высушивании, %.

Таблица 2. Стандартные образцы веществ, используемые для идентификации фенольных соединений

Стандартный образец	Фирма производитель/марка
<i>Флавоноиды</i>	
Катехин	Fluka 1354370
Эпикатехин	Fluka 1361450
Кверцетин	ООО «Сигмабиосинтез» ВТУ 348-435-607
Апигенин	ООО «Сигмабиосинтез» ВТУ 348-435-607
Рутин	ООО «Фармамедикал»
<i>Фенолкарбоновые кислоты</i>	
Галловая кислота	Sigma-Aldrich g3784-100g
Кофейная кислота	ООО «Сигмабиосинтез» ВТУ 348-425-607
Хлорогеновая кислота	ООО «Сигмабиосинтез» ВТУ 348-425-607
Феруловая кислота	ООО «Сигмабиосинтез» ВТУ 348-425-607
Розмариновая кислота	Sigma-Aldrich n536954-5g
<i>Другие органические кислоты</i>	
Аскорбиновая кислота	ФС 42-2668-95; Sigma A-5990

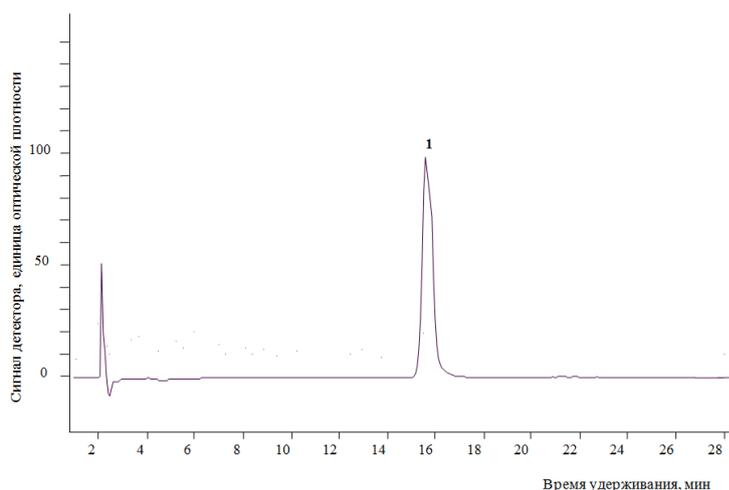


Рис. 1. Хроматограмма розмариновой кислоты стандартного образца при длине волны 330 нм: 1 – розмариновая кислота

Обсуждение результатов

Экспериментально установлено, что для проведения ТСХ оптимальной является система растворителей *n*-бутанол – уксусная кислота – вода (БУВ) в соотношении 4 : 1 : 5 (система 1). Хроматографические зоны адсорбции при просмотре в УФ-свете наиболее четко видны при длине волны 365 нм.

Методом ТСХ в спиртовых извлечениях из листьев и побегов розмарина лекарственного по значениям R_f и окраске зон адсорбции с использованием стандартных образцов были идентифицированы следующие соединения: розмариновая кислота, галловая кислота, кверцетин и апигенин.

Методом ВЭЖХ в листьях розмарина лекарственного при УФ-детектировании при длине волны равной 254 нм на основании сравнения со стандартными образцами идентифицированы 10 соединений, при длине волны 330 нм идентифицированы 8 соединений (рис. 2, табл. 3).

В побегах розмарина при длине волны 254 нм идентифицированы 10 соединений, при длине волны 330 нм идентифицированы 8 соединений (рис. 3, табл. 4).

Были идентифицированы флавоноиды: катехин, эпикатехин, кверцетин, апигенин; фенолкарбоновые кислоты: кофейная, галловая, хлорогеновая, феруловая, розмариновая.

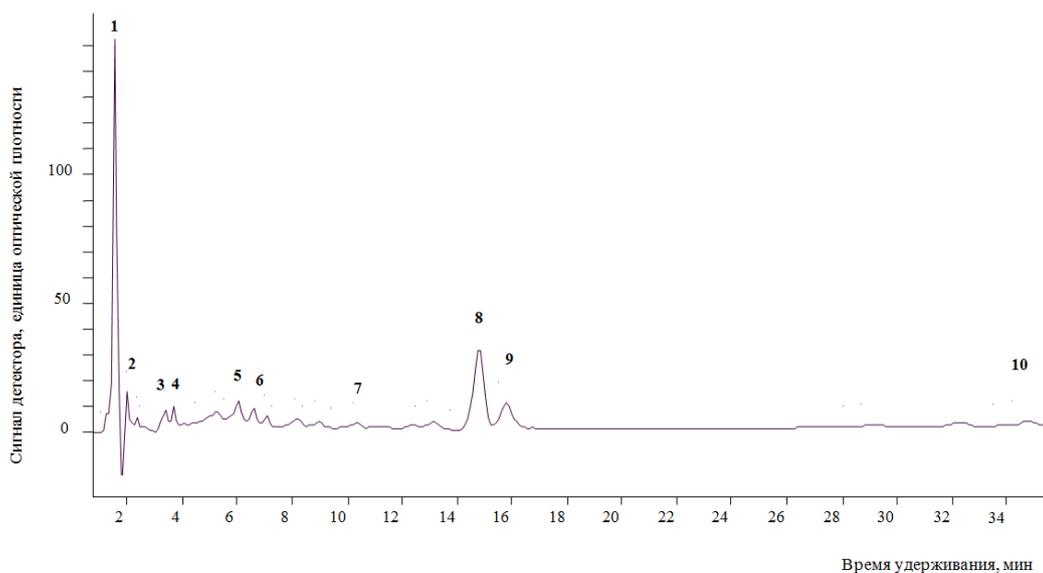


Рис. 2. Хроматограмма извлечения листьев розмарина лекарственного при длине волны 254 нм: 1 – аскорбиновая кислота; 2 – кофейная кислота; 3 – галловая кислота; 4 – хлорогеновая кислота; 5 – катехин; 6 – эпикатехин; 7 – феруловая кислота; 8 – кверцетин; 9 – розмариновая кислота; 10 – апигенин

Таблица 3. Компонентный состав соединений листьев розмарина лекарственного

№	λ 254 нм		λ 330 нм		Компоненты
	τ , мин	% от суммы	τ , мин	% от суммы	
1	1.47	34.49	1.44	26.33	Аскорбиновая кислота
2	2.30	6.12	2.23	3.78	Кофейная кислота
3	3.32	7.86	3.24	2.35	Галловая кислота
4	3.60	5.22	–	–	Хлорогеновая кислота
5	6.45	1.16	6.20	2.25	Катехин
6	6.92	0.67	6.65	1.70	Эпикатехин
7	10.55	2.28	10.71	1.26	Феруловая кислота
8	14.50	11.85	13.93	49.17	Кверцетин
9	15.46	7.02	14.81	8.57	Розмариновая кислота
10	34.12	1.18	–	–	Апигенин

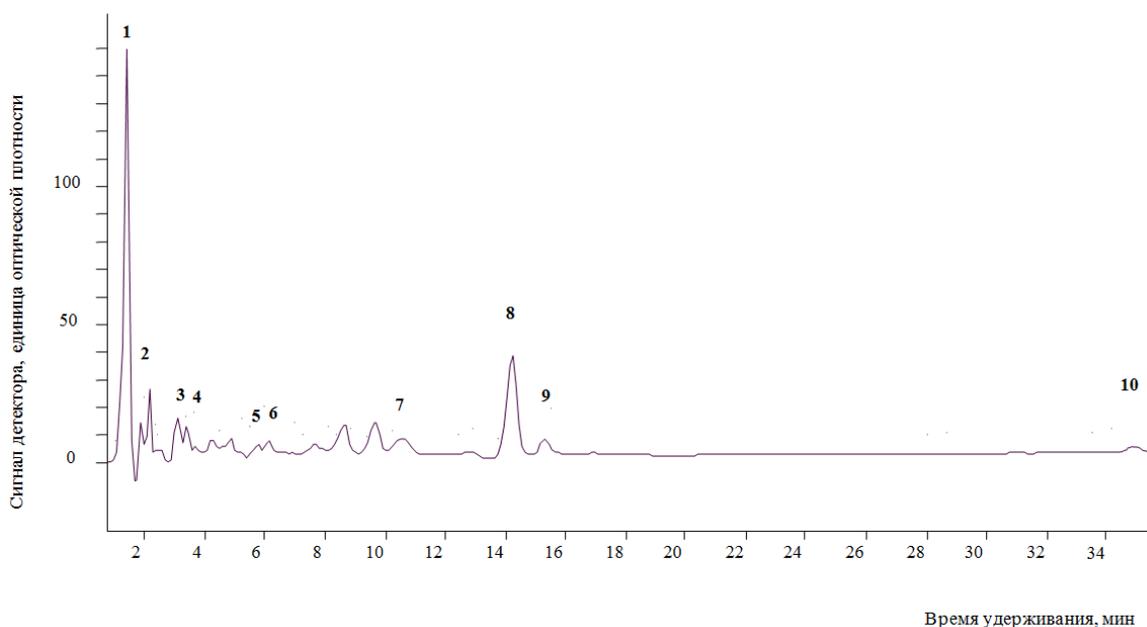


Рис. 3. Хроматограмма извлечения побегов розмарина лекарственного при длине волны 254 нм: 1 – аскорбиновая кислота; 2 – кофейная кислота; 3 – галловая кислота; 4 – хлорогеновая кислота; 5 – катехин; 6 – эпикатехин; 7 – феруловая кислота; 8 – кверцетин; 9 – розмариновая кислота; 10 – апигенин

Таблица 4. Компонентный состав соединений побегов розмарина лекарственного

№	λ 254 нм		λ 330 нм		Компоненты
	τ , мин	% от суммы	τ , мин	% от суммы	
1	1,45	37,00	1,44	25,60	Аскорбиновая кислота
2	2,26	9,14	2,25	4,32	Кофейная кислота
3	3,38	7,06	3,28	18,11	Галловая кислота
4	3,63	3,00	–	–	Хлорогеновая кислота
5	6,09	0,64	6,25	2,08	Катехин
6	6,83	1,13	6,842	2,81	Эпикатехин
7	10,32	2,41	10,74	7,16	Феруловая кислота
8	14,73	25,14	14,16	31,79	Кверцетин
9	15,18	4,21	14,91	6,36	Розмариновая кислота
10	34,15	0,95	–	–	Апигенин

Помимо фенольных соединений (флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты) идентифицировали также аскорбиновую кислоту, так как она довольно часто накапливается в растениях, в том числе в розмарине. Кроме того, противомикробное действие розмарина лекарственного связывают не только с содержанием в растении эфирного масла и розмариновой кислоты, но и с достаточным содержанием аскорбиновой кислоты.

Следует отметить, что пики, соответствующие хлорогеновой кислоте и апигенину, были обнаружены только в листьях и побегах розмарина при длине волны 254 нм, в то время как при длине волны 330 нм пиков, соответствующих вышеуказанным соединениям, обнаружено не было.

Содержание розмариновой кислоты, как диагностически важного маркера для сырья, в листьях розмарина достигает 8.57% от общей суммы фенольных соединений.

В побегах розмарина содержание розмариновой кислоты от общей суммы фенольных соединений достигает 6.36%.

Содержание розмариновой кислоты в исследуемых образцах листьев розмарина составило 0.181–0.184% в пересчете на сухое сырье. Содержание розмариновой кислоты в побегах составило 0.062–0.064% в пересчете на сухое сырье.

Выводы

На основании результатов экспериментальных исследований (качественных реакций, ТСХ и ВЭЖХ) установлено, что листья и побеги розмарина лекарственного, интродуцированного в условиях Кавказских Минеральных Вод, содержат флавоноиды: катехин, эпикатехин, кверцетин, апигенин; фенолкарбоновые кислоты: кофейную, галловую, хлорогеновую, феруловую, розмариновую, а также достаточное количество аскорбиновой кислоты. Содержание розмариновой кислоты от общей суммы фенольных соединений в листьях составляет до 8.57%, в побегах – до 6.36%.

Показано, что район Северного Кавказа можно рассматривать в качестве перспективной территории для возделывания лекарственного растения – Розмарин лекарственный – для получения сырья с высоким содержанием биологически активных веществ.

Список литературы

1. Ho C.-T., Wang M., Wei, G.-J., Huang T.-C., Huang M.-T. Chemistry and antioxidative factors in rosemary and sage // *Bio-Factors*. 2000. Vol. 13, N1-4. Pp. 161-166. DOI: 10.1002/biof.5520130126.
2. Hussain A.I., Anwar F., Chatha S.A.S., Jabbar A., Mahboob S., Nigam P.S. Rosmarinus officinalis essential oil: anti-proliferative, antioxidant and antibacterial activities // *Brazilian Journal of Microbiology*. 2010. Vol. 41, N4. Pp. 1070–1078. DOI: 10.1590/S1517-838220100004000027.
3. Коруткин Д.Ю., Абилов Ж.А., Музычкина Р.А., Толстиков Г.А. Природные флавоноиды. Новосибирск, 2007. 229 с.
4. Borrás-Linares I., Stojanović Z., Quirantes-Piné R., Arraez-Roman D., Švarc-Gajić J., Fernandez-Gutierrez A., Segura-Carretero A. Rosmarinus Officinalis Leaves as a Natural Source of Bioactive Compounds // *International Journal of Molecular Science*. 2014. Vol. 15, N11. Pp. 20585–20606. DOI: 10.3390/ijms151120585.
5. Erkan N., Ayranci G., Ayranci E. Antioxidant activities of rosemary (*Rosmarinus Officinalis* L.) extract, blackseed (*Nigella sativa* L.) essential oil, carnosic acid, rosmarinic acid and sesamol // *Food Chemistry*. 2008. Vol. 110, N1. Pp. 76–82. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.01.058.
6. Behbahani B.A., Tabatabaei-Yazdi F., Shahidi F., Mortazavi A. Antimicrobial effects of *Lavandula stoechas* L. and *Rosmarinus officinalis* L. extracts on *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus* // *Scientific Journal of Microbiology*. 2013. Vol. 2, N1. Pp. 15–22.
7. Angioni A., Barra A., Cereti E., Barile D., Croisson J.D., Arlorio M., Dessi S., Coroneo V., Cabras P. Chemical composition, plant genetic differences, antimicrobial and antifungal activity investigation of the essential oil of *Rosmarinus officinalis* L. // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2004. Vol. 52, N11. Pp. 3530–3535. DOI: 10.1021/jf049913t.
8. Тохсырова З.М., Попов И.В., Попова О.И. Определение подлинности листьев и побегов розмарина лекарственного (*Rosmarinus officinalis* L.) методом ТСХ // *Разработка, исследование и маркетинг новой фармацевтической продукции: сборник научных трудов*. Ижевск, 2016. С. 74–76.
9. Тохсырова З.М., Правдюк М.Ф., Попова О.И. Фенольные соединения побегов розмарина лекарственного, интродуцированного в РСО–Алания // *Беликовские чтения: материалы V Всероссийской научно-практической конференции*. Пятигорск, 2017. С. 264–267.
10. Bai N., He K., Roller M., Lai C.S., Shao X., Pan M.H., Ho C.N. Flavonoids and phenolic compounds from *Rosmarinus officinalis* // *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 2010. Vol. 58, N9. Pp. 5363–5367. DOI: 10.1021/jf100332w.
11. Kontogianni V.G., Tomic G., Nikolic I., Nerantzaki A.A., Sayyad N., Stosic-Grujicic S., Stojanovic I., Gerathanassiss 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, N1. Pp. 120–129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.07.091.

12. 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, N4. Pp. 409–418. DOI: 10.1111/j.1472-8206.2012.01040.x
13. Lu Y., Katakovsky M., Jiang F. Gallic acid suppresses cell viability, proliferation, invasion and angiogenesis in human, glioma cells // *European Journal of Pharmacology*. 2010. Vol. 641, N2-3. Pp. 102–107. DOI: 10.1016/j.ejphar.2010.05.043.
14. Verma S., Singh A., Mishra A.A. Gallic acid: molecular rival of cancer // *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 2013. Vol. 35, N3. Pp. 473–485. DOI: 10.1016/j.etap.2013.02.011.
15. 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.
16. Xiao J., Ni X., Kai G., Chen X. A review on structure-activity relationship of dietary polyphenols inhibiting α -amylase // *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 2013. Vol. 53, N5. Pp. 497–506. DOI: 10.1080/10408398.2010.548108.
17. Попов И.В., Тохсырова З.М., Попова О.И. Определение биологически активных веществ в листьях и побегах розмарина лекарственного в зависимости от способов сушки // *Инновационные достижения в современной фармации и медицине: сборник научных трудов международной научно-практической конференции*. Шымкент, 2016. С. 94–95.
18. Государственная фармакопея РФ XIII. М., 2015. URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/>
19. Попов И.В., Андреева И.Н., Гаврилин М.В. Определение танина в сырье и препаратах кровохлебки лекарственной методом ВЭЖХ // *Химико-фармацевтический журнал*. 2003. Т. 37, №7. С. 24–26.
20. Гриценко А.И., Сенченко С.П., Попова О.И. Использование методов ВЭЖХ для изучения фенольных соединений листьев скумпии кожевенной (*Cotinus coggygria* Scop.) // *Фундаментальные исследования*. 2015. №2-9. С. 1907–1910.
21. Костикова В.А. Определение оптимальных условий экстракции для исследования состава фенольных соединений *Spiraea Betulifolia* Pall. методом ВЭЖХ // *Химия растительного сырья*. 2017. №1. С. 159–162. DOI: 10.14258/jcprm.2017011417.
22. Ганина М.М., Попова О.И. Содержание фенольных соединений в побегах багульника стелющегося (*Ledum decumbens* Lodd. Ex Steud), произрастающего на территории Ямало-Ненецкого автономного округа // *Химико-фармацевтический журнал*. 2015. Т. 49, №7. С. 33–35.
23. 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/jcprm.2016041341.
24. Федосеева Л.М., Мызнюкова О.А., Кудрикова Л.Е. Изучение фенольных соединений надземной части хатмы тюрингенской, произрастающей на территории Алтайского края // *Химия растительного сырья*. 2017. №2. С. 107–112. DOI: 10.14258/jcprm.2017021519.
25. Mughal U.R., Mehmood R., Malik A., Alia B., Tareen R.B. Flavonoid Constituents from *Spiraea brahuica* // *Helvetica Chimica Acta*. 2012. Vol. 95, N1. Pp. 100–105. DOI: 10.1002/hlca.201100214.
26. Зими́на Л.Н., Куркин В.А., Рыжов В.М. Сравнительное исследование компонентного состава травы фармакопейных видов зверобоя методом высокоэффективной жидкостной хроматографии // *Химия растительного сырья*. 2013. №1. С. 205–208. DOI: 10.14258/jcprm.1301205.
27. Федосеева Л.М., Кутателадзе Г.Р. Изучение некоторых фенольных соединений надземной части щавеля кислого, произрастающего на территории Алтайского края // *Химия растительного сырья*. 2017. №4. С. 91–96. DOI: 10.14258/jcprm.2017041861.
28. Wagner H., Bauer R., Melchart D., Xiao P.-G., Staudinger A. *Chromatographic Fingerprint Analysis of Herbal Medicine*. New-York. 2011. 1012 p.

Поступило в редакцию 2 февраля 2018 г.

После переработки 25 марта 2018 г.

Для цитирования: Тохсырова З.М., Попов И.В., Попова О.И. Исследование фенольных соединений листьев и 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/jcprm.2018033733.

*Tokhsirova Z.M., Popov I.V.**, *Popova O.I.* THE STUDY OF PHENOLIC COMPOUNDS THE LEAVES AND SHOOTS OF ROSEMARY (*ROSMARINUS OFFICINALIS* L.), INTRODUCED IN BOTANICAL GARDEN OF PYATIGORSK MEDICAL-PHARMACEUTICAL INSTITUTE

Pyatigorsk Medical and Pharmaceutical Institute – branch of the Volgograd State Medical University, 11, Kalinin ave, Pyatigorsk, 357500 (Russia) e-mail: beegeeslover@mail.ru

The object of the study was the leaves and shoots of rosemary medicinal (*Rosmarinus officinalis* L.), introduced for 9 years in the conditions of Caucasian Mineral Waters (North Caucasus) in the Botanical garden of the Pyatigorsk medical and pharmaceutical Institute in the open ground with shelter for the winter. Preliminary identification of phenolic compounds in the extracts from leaves and shoots of rosemary were carried out by thin-layer chromatography (TLC), and found gallic acid, rosmarinic acid, quercetin and apigenin.

The method of high-performance liquid chromatography (HPLC) at wavelengths of 254 and 330 nm in leaves and shoots rosemary drug found 10 compounds: flavonoids: catechin, epicatechin, quercetin, apigenin; phenolcarboxylic acids: caffeic, gallic, chlorogenic, ferulic, rosmarinic as well as ascorbic acid. The content of rosmarinic acid in terms of dry raw materials in rosemary leaves was 0.181–0.184%; in shoots 0.062–0.064%.

The area of the Northern Caucasus can be considered as a promising area for cultivation of medicinal plants – rosemary medicinal (*Rosmarinus officinalis*) – for the production of medicinal plant raw materials with a high content of biologically active substances.

Keywords: *Rosmarinus officinalis* L., phenolic compounds, leaves, shoots, Pyatigorsk Botanical Garden, high-performance liquid chromatography, introduction, North Caucasus.

References

1. Ho C.-T., Wang M., Wei, G.-J., Huang T.-C., Huang M.-T. *Bio-Factors*, 2000, vol. 13, no. 1-4, pp. 161-166. DOI: 10.1002/biof.5520130126.
2. Hussain A.I., Anwar F., Chatha S.A.S., Jabbar A., Mahboob S., Nigam P.S. *Brazilian Journal of Microbiology*, 2010, vol. 41, no. 4, pp. 1070–1078. DOI: 10.1590/S1517-838220100004000027.
3. Korul'kin D.YU., Abilov ZH.A., Muzychkin R.A., Tolstikov G.A. *Prirodnyye flavonoidy*. [Natural flavonoids]. Novosibirsk, 2007, 229 p. (in Russ.).
4. Borrás-Linares I., Stojanović Z., Quirantes-Piné R., Arraez-Roman D., Švarc-Gajić J., Fernandez-Gutierrez A., Segura-Carretero A. *International Journal of Molecular Science*, 2014, vol. 15, no. 11, pp. 20585–20606. DOI: 10.3390/ijms151120585.
5. Erkan N., Ayranci G., Ayranci E. *Food Chemistry*, 2008, vol. 110, no. 1, pp. 76–82. DOI: 10.1016/j.foodchem.2008.01.058
6. Behbahani B.A., Tabatabaei-Yazdi F., Shahidi F., Mortazavi A. *Scientific Journal of Microbiology*, 2013, vol. 2, no. 1, pp. 15–22.
7. Angioni A., Barra A., Cereti E., Barile D., Croisson J.D., Arlorio M., Dessi S., Coroneo V., Cabras P. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2004, vol. 52, no. 11, pp. 3530–3535. DOI: 10.1021/jf049913t.
8. Tokhsyrova Z.M., Popov I.V., Popova O.I. *Razrabotka, issledovaniye i marketing novoy farmatsevticheskoy produktsii: sbornik nauchnykh trudov*. [Development, research and marketing of new pharmaceutical products: a collection of scientific papers]. Izhevsk, 2016, pp. 74–76. (in Russ.).
9. Tokhsyrova Z.M., Pravdyuk M.F., Popova O.I. *Belikovskiy chteniya: Materialy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Belikov Readings: Proceedings of the V All-Russian Scientific and Practical Conference]. Pyatigorsk., 2017, pp. 264–267. (in Russ.).
10. Bai N., He K., Roller M., Lai C.S., Shao X., Pan M.H., Ho C.N. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, vol. 58, no. 9, pp. 5363–5367. DOI: 10.1021/jf100332w.
11. Kontogianni V.G., Tomic G., Nikolic I., Nerantzaki A.A., Sayyad N., Stosic-Grujicic S., Stojanovic I., Gerotheranassis I.P., Tzakos A.G. *Food Chemistry*, 2013, vol. 136, no. 1, pp. 120–129. DOI: 10.1016/j.foodchem.2012.07.091.
12. Chillar R., Dhigra D. *Fundamental and Clinical pharmacology*, 2013, vol. 27, no. 4, pp. 409–418. DOI: 10.1111/j.1472-8206.2012.01040.x.
13. Lu Y., Katakovsky M., Jiang F. *European Journal of Pharmacology*, 2010, vol. 641, no. 2-3, pp. 102–107. DOI: 10.1016/j.ejphar.2010.05.043.
14. Verma S., Singh A., Mishra A.A. *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 2013, vol. 35, no. 3, pp. 473–485. DOI: 10.1016/j.etap.2013.02.011.
15. Rudakova YU.G., Senchenko S.P., Popova O.I. *Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii*, 2014, vol. 12, no. 3, pp. 34–37. (in Russ.).
16. Xiao J., Ni X., Kai G., Chen X. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 2013, vol. 53, no. 5, pp. 497–506. DOI: 10.1080/10408398.2010.548108.
17. Popov I.V., Tokhsyrova Z.M., Popova O.I. *Innovatsionnyye dostizheniya v sovremennoy farmatsii i meditsine: sbornik nauchnykh trudov mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii*. [Innovative achievements in modern pharmacy and medicine: a collection of scientific papers of the international scientific and practical conference]. Shymkent, 2016, pp. 94–95. (in Russ.).

* Corresponding author.

18. *Gosudarstvennaya farmakopeya RF*. [State Pharmacopoeia of the Russian Federation]. XIII ed., Moscow, 2015. URL: <http://pharmacopoeia.ru/gosudarstvennaya-farmakopeya-xiii-online-gf-13-online/> (in Russ.).
19. Popov I.V., Andreyeva I.N., Gavrilin M.V. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2003, vol. 37, no. 7, pp. 24–26. (in Russ.).
20. Gritsenko A.I., Senchenko S.P., Popova O.I. *Fundamental'nyye issledovaniya*, 2015, no. 2-9, pp. 1907–1910. (in Russ.).
21. Kostikova V.A. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 1, pp. 159–162. DOI: 10.14258/jcprm.2017011417. (in Russ.).
22. Ganina M.M., Popova O.I. *Khimiko-farmatsevticheskiy zhurnal*, 2015, vol. 49, no. 7, pp. 33–35. (in Russ.).
23. 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.).
24. Fedoseyeva L.M., Myznyukova O.A., Kudrikova L.Ye. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 2, pp. 107–112. DOI: 10.14258/jcprm.2017021519. (in Russ.).
25. Mughal U.R., Mehmood R., Malik A., Alia B., Tareen R.B. *Helvetica Chimica Acta*, 2012, vol. 95, no. 1, pp. 100–105. DOI: 10.1002/hlca.201100214.
26. Zimina L.N., Kurkin V.A., Ryzhov V.M. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2013, no. 1, pp. 205–208. DOI: 10.14258/jcprm.1301205.
27. Fedoseyeva L.M., Kutateladze G.R. *Khimiya rastitel'nogo syr'ya*, 2017, no. 4, pp. 91–96. DOI: 10.14258/jcprm.2017041861.
28. Wagner H., Bauer R., Melchart D., Xiao P.-G., Staudinger A. *Chromatographic Fingerprint Analysis of Herbal Medicine*. New-York. 2011. 1012 p.

Received February 2, 2018

Revised March 25, 2018

For citing: Tokhsirova Z.M., Popov I.V., Popova O.I. *Khimiya Rastitel'nogo Syr'ya*, 2018, no. 3, pp. 199–207. (in Russ.). DOI: 10.14258/jcprm.2018033733.

