

УДК 582.998.1

DOI: 10.31040/2222-8349-2019-0-2-80-87

НАКОПЛЕНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ В СЫРЬЕ НЕКОТОРЫХ ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ РОДА *PAEONIA* L. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ НА ЮЖНОМ УРАЛЕ

© А.А. Реут, С.Г. Денисова, К.А. Пупыкина, З.Х. Шигапов

Основной целью статьи являлось изучение содержания биохимического состава разного сырья (цветки, листья, стебли, корни) некоторых представителей рода *Paeonia* L. (виды – *P. peregrina* Mill., *P. officinalis* L., *P. lactiflora* Pall., *P. delavayi* Franch., сорта – Мечта С.П. Королева, Ольга Кравченко, Полярник 8, Сабантуй), интродуцированных и выращенных на базе Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук для дальнейшего использования в качестве нового источника лекарственного растительного сырья. Наличие аминокислот определяли на аминокислотном анализаторе ААА-339 (ЧССР), элементный состав – методом атомно-абсорбционной спектрометрии. В результате товароведческого анализа было установлено, что показатель влажность сырья не превышает 8%, зола общая в пределах 8%, показатель – зола, нерастворимая в 10% растворе хлороводородной кислоты, – не более 3.00%. Выявлено, что в листьях пиона в максимальных количествах накапливаются аскорбиновая кислота и крахмал; в корнях – сахара; в стеблях – клетчатка; в цветках – каротиноиды и протеин. Изучение элементного состава пиона показало, что *P. peregrina* по количественному содержанию кальция, фосфора, железа, меди, марганца превосходит другие виды пиона; среди сортов максимальные значения натрия, кальция, меди и йода отмечены у сорта Ольга Кравченко. Выявлено наличие 14 аминокислот, 9 из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях у большинства видов и в стеблях у сортов пиона. Сумма незаменимых аминокислот составляет 2.51–4.88 мг/%, сумма всех аминокислот 5.96–9.46 мг/%, что отражает биологическую ценность объектов исследования. Установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются треонин, глицин, тирозин; в стеблях – цистеин, гистидин, изолейцин, лейцин; в цветках – фенилаланин; в корнях – аргинин. Показано, что выращиваемые на территории Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН таксоны рода *Paeonia* L. представляют интерес в качестве перспективного растительного сырья.

Ключевые слова: *Paeonia* L., надземные и подземные органы, элементный состав, аминокислоты, Республика Башкортостан.

В последние годы возрос интерес к проблеме интродукции растений, содержащих ценные биологически активные вещества (эфирные масла, полисахариды, аминокислоты, витамины и др.), необходимые организму человека. В связи с этим возникла потребность в изучении химического состава растительного сырья представителей рода *Paeonia* L. как перспективного источника биологически активных веществ.

Согласно литературным источникам, в корнях пионов обнаружены свободные салициловая и бензойная кислоты, эфирные масла, дубильные вещества, пионофлуоресцин, глюкозид салицин [1, 2]. В лекарственных целях в официальной медицине используется только *P. anomala* L. Однако в настоящее время объем заготовок сырья данного вида сдерживается рядом факторов: популяции малочисленные, повторный

РЕУТ Антонина Анатольевна – к.б.н., Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, e-mail: cvetok.79@mail.ru

ДЕНИСОВА Светлана Галимулловна – к.б.н., Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, e-mail: svetik-7008@mail.ru

ПУПЫКИНА Кира Александровна – д.фармац.н., Башкирский государственный медицинский университет, e-mail: flowers-ufa@yandex.ru

ШИГАПОВ Зиннур Хайдарович – д.б.н., Южно-Уральский ботанический сад-институт УФИЦ РАН, e-mail: cvetok.79@mail.ru

сбор допускается не раньше чем через пять лет [3]. Поэтому использование сортов пиона как морфологически близких объектов может решить проблему недостаточных объемов заготовок лекарственного растительного сырья.

Необходимо отметить, что подробное изучение содержания аскорбиновой кислоты и флавоноидов некоторых сортов рода *Paeonia* проведено в Центральном ботаническом саду НАН Беларуси. Было выявлено, что в процессе вегетации надземной части растения происходит накопление и увеличение количественного содержания флавоноидов и аскорбиновой кислоты [4, 5]. Работы по сравнительному изучению *P. anomala* и садовых сортов пиона выполнены в Пермской государственной фармацевтической академии. Установлено, что трава сортов пиона может быть использована в качестве альтернативного источника сырья [6]. В 2012–2013 гг. на базе Ботанического сада-института УНЦ РАН были проведены первоначальные исследования по изучению содержания аминокислот, макро- и микроэлементов в разном сырье некоторых видов рода *Paeonia* (*P. hybrida* Pall., *P. tenuifolia* L., *P. anomala* L., *P. lactiflora* Pall.). Установлено присутствие 14 аминокислот, 7 из которых являются незаменимыми; максимальное накопление их наблюдалось в стеблях и листьях [7, 8].

Целью нашего исследования является изучение биохимического состава разного сырья некоторых видов и сортов рода *Paeonia* для дальнейшего использования в качестве нового источника лекарственного растительного сырья.

Объектами исследований являлись четыре вида (*P. peregrina* Mill., *P. officinalis* L., *P. lactiflora* Pall., *P. delavayi* Franch.) и четыре сорта пиона, созданных на основе *P. lactiflora* (Мечта С.П. Королева, Ольга Кравченко, Полярник 8, Сабантуй), селекции Южно-Уральского ботанического сада-института – обособленного структурного подразделения Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (далее – ЮУБСИ УФИЦ РАН).

Климат района исследований континентальный, с продолжительной холодной зимой и умеренно теплым летом, большой изменчивостью температуры воздуха, особенно весной и осенью. Среднегодовая температура воздуха равна +2.6°C, среднемесячная температура воздуха в январе составляет –14.3°C, в июле –

+19.3°C; абсолютный минимум –53°C, абсолютный максимум +37°C; среднегодовое количество осадков – 580 мм [9]. Почвообразующими породами служат элювий и делювиальные желто-бурые суглинки [10].

Фитохимические исследования проводили в 2017 г. на кафедре фармакогнозии с курсом ботаники и основ фитотерапии Башкирского государственного медицинского университета. Для фитохимического исследования были взяты цветки, стебли, листья и корни объектов исследований, интродуцированных на базе ЮУБСИ УФИЦ РАН. Для проведения анализа с 10 средневозрастных генеративных растений каждого таксона в фазе цветения (май–июнь) брали цветки, листья и стебли. Сбор надземных частей интродуцентов проводили в утренние часы. Корни выкапывали в конце сентября–начале октября (до первых заморозков). Для количественного анализа цветки, стебли, листья и корни высушивали до воздушно-сухого состояния, затем измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с диаметром отверстий 1 мм.

Оценка качества исследуемых образцов сырья проводилась в соответствии с нормативными документами по следующим показателям: макроскопический анализ, микроскопия, числовые показатели (влажность, зола общая и зола, нерастворимая в 10% растворе хлористоводородной кислоты), качественный анализ, количественное определение.

Для определения влажности в лекарственном растительном сырье применяли метод высушивания до постоянной массы при температуре 100–105°C.

Товароведческий анализ сырья пионов проводился общепринятыми фармакопейными методами по показателям влажность, общая зола и зола, нерастворимая в кислоте хлороводородной [11]. Нормирование уровня минеральных веществ является условием получения качественного сырья. С этой целью определяется содержание общей золы, а для сырья, используемого для изготовления настоев и отваров, – содержание золы, нерастворимой в 10% растворе хлористоводородной кислоты. Для установления содержания золы определяли несгораемый остаток неорганических веществ, остающийся после сжигания и прокаливания сырья. Зола, нерастворимая в 10%-й хлористоводородной кислоте, представляет собой остаток после обработки общей золы хлористоводородной кислотой.

Все анализы выполнялись в трехкратной повторности. Определение свободных аминокислот в исследуемых образцах проводили на аминокислотном анализаторе ААА-339 (ЧССР) с использованием натриевого ионита и стандартного набора из 17 аминокислот. Элементный состав определяли методом атомно-абсорбционной спектроскопии. Метод основан на определении натрия, калия, кальция и магния с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии в разведенной пробе, в которую для предотвращения частичной ионизации металлов в пламени при определении натрия и калия с целью видоизменения матрицы добавлен хлорид цезия, а при определении кальция и магния – лантан. Пробы анализировали «бесстандартным» методом с относительной ошибкой 1–10% в зависимости от соединения. Наряду с этим проводилась калибровка прибора по эталонным образцам, для уменьшения относительной ошибки (менее $\pm 0.1\%$). Статистическую обработку данных по биохимии сырья проводили в соответствии с требованиями «Государственной фармакопеи...», с использованием критерия Стьюдента и пакета программ Excel и Statistica 10.0 [12].

Товароведческий анализ дает полную оценку лекарственного сырья и помогает установить его подлинность, доброкачественность и полноту. В результате данного анализа было установлено, что показатель влажность сырья, не превышает 8%, зола общая в пределах 8%, показатель – зола, нерастворимая в 10% растворе хлороводородной кислоты, – не более 3.00% (табл. 1). Это подтверждает, что сырье изученных таксонов пиона полностью удовлетворяет требованиям нормативной документации по товароведческим показателям *P. anomala* [2].

В результате биохимического анализа установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются аскорбиновая кислота и крахмал; в корнях – сахара; в стеблях – клетчатка; в цветках – каротиноиды, протеин. Кроме того, выявлено, что у видов дубильные вещества и жир в максимальных количествах содержатся в листьях (12.23–12.66% и 7.12–9.84% соответственно), а у сортов – в цветках (18.14–20.07% и 5.78–6.93% соответственно). Максимальное содержание дубильных веществ отмечено у *P. delavayi* и сорта Сабантуй, минимальное – у *P. peregrina* и сорта Ольга Кравченко (табл. 1).

Показано, что содержание сахара в корнях пионов выше, чем в листьях (в 2.9–6.2 раза;

максимальная разница у сорта Ольга Кравченко), стеблях (в 1.2–3.3 раза; максимум у *P. lactiflora*) и цветках (в 1.3–2.5 раза; максимум у *P. peregrina* и сорта Полярник 8). Максимальное содержание сахара выявлено у *P. peregrina* и сорта Полярник 8, минимальное – у *P. delavayi*.

По содержанию каротиноидов лидирующее положение занимают цветки (21.24–26.82%). В других видах сырья его содержание в 1.2–1.4 раза ниже. Максимальное содержание каротиноидов отмечено у *P. delavayi* и сорта Полярник 8, минимальное – у *P. peregrina*.

Наибольшее содержание аскорбиновой кислоты выявлено в листьях исследуемых образцов от 0.111 до 0.464%. В цветках, стеблях и листьях значение этого показателя в 1.2–3.7 раз меньше. Максимальное содержание аскорбиновой кислоты в листьях отмечено у *P. officinalis* и сорта Полярник 8, минимальное – у *P. lactiflora*. Показано, что содержание протеина выше в цветках пионов, чем в корнях (в 4.7–20.2 раза; максимальная разница у *P. lactiflora*), стеблях (в 1.5–2.5 раза; максимум у сорта Мечта С.П. Королева) и листьях (в 2.2–12.1 раза; максимум у *P. delavayi*).

По содержанию клетчатки лидирующее положение занимают стебли (29.78–38.97%), что в 1.2–30.3 раза выше, чем в других видах сырья. Максимальное содержание клетчатки отмечено у *P. delavayi* и сорта Ольга Кравченко, минимальное – у сорта Мечта С.П. Королева. Максимальное содержание крахмала отмечено у *P. peregrina* и сорта Сабантуй, минимальное – у сорта Ольга Кравченко. Показано, что максимальное содержание жира в листьях отмечено у *P. peregrina*, в цветках – у сорта Полярник 8, минимальное – у *P. delavayi* и сорта Мечта С.П. Королева.

Таким образом, установлено, что сырье вида *P. peregrina* в максимальном количестве накапливает сахара, крахмал и жир, *P. delavayi* – каротин, дубильные вещества и клетчатку, *P. lactiflora* – протеин, *P. officinalis* – аскорбиновую кислоту. Среди сортов лидером по содержанию сахаров, каротиноидов, аскорбиновой кислоты и жира является Полярник 8, дубильных веществ и крахмала – Сабантуй, протеина – Мечта С.П. Королева, клетчатки – Ольга Кравченко. Необходимо отметить, что виды пиона, по сравнению с сортами, в количественном отношении накапливают больше биологически активных веществ.

Содержание метаболитов в образцах сырья видов и сортов пиона

Виды и сорта	Вид сырья	Влажность, %	Зола общая, %	Зола, нераств. в 10% HCl	Сахара, %	Каротиноиды, %	Аскорбиновая кислота, %	Дубильные вещества, %	Протеин, %	Клетчатка, %	Крахмал, %	Жир, %
<i>P.peregrina</i>	1	6.45	1.47	0.15	3.47	21.24	0.097	10.33	7.46	28.94	17.95	8.78
	2	5.57	3.90	1.26	3.98	18.55	0.112	9.90	3.98	36.14	2.03	3.91
	3	6.54	0.66	0.23	2.14	20.49	0.113	12.23	3.42	31.79	19.03	9.84
	4	6.19	7.60	2.87	8.81	16.68	0.084	6.32	0.65	1.19	4.50	6.28
<i>P.lactiflora</i>	1	6.35	1.51	0.54	4.33	21.85	0.097	9.41	7.88	28.21	12.89	6.13
	2	5.37	3.00	1.22	2.08	20.34	0.098	5.49	4.06	36.40	0.61	4.75
	3	6.25	1.19	0.67	2.36	21.39	0.111	13.72	3.43	31.50	16.64	7.88
	4	4.87	6.89	2.56	6.85	19.29	0.056	6.55	0.39	18.32	4.53	4.41
<i>P.delavayi</i>	1	5.87	1.29	0.77	3.78	26.12	0.098	14.29	5.91	28.65	15.54	6.69
	2	5.38	2.73	1.08	4.08	23.99	0.125	12.08	2.86	38.97	6.63	4.62
	3	6.62	1.12	0.56	1.30	25.15	0.126	16.50	0.49	33.34	17.75	7.12
	4	5.35	2.79	0.87	4.85	18.90	0.084	12.02	1.09	33.17	11.69	7.11
<i>P.officinalis</i>	1	7.03	4.41	1.52	4.88	25.45	0.095	10.79	6.18	32.65	14.15	7.73
	2	5.38	3.64	1.12	4.30	19.76	0.097	5.93	4.29	34.77	2.48	3.21
	3	6.44	0.71	0.78	1.89	24.70	0.127	12.66	0.56	33.50	17.70	7.97
	4	5.64	7.55	1.05	7.10	21.02	0.086	9.08	0.94	24.97	6.56	4.14
Полярник 8	1	6.26	4.03	2.015	3.02	26.82	0.139	18.96	6.94	23.27	15.37	6.93
	2	5.39	2.36	1.18	3.25	22.40	0.398	8.34	3.21	33.99	4.00	5.42
	3	7.18	1.32	0.66	1.50	23.20	0.464	13.65	1.32	28.47	16.32	4.14
	4	5.74	5.46	2.73	7.66	19.75	0.126	6.28	1.10	7.68	3.51	4.84
Сабантуй	1	7.09	3.80	1.9	3.48	23.60	0.111	20.07	6.53	27.67	15.80	6.01
	2	5.46	2.84	1.42	3.35	19.75	0.170	8.57	3.30	32.46	3.49	5.91
	3	7.17	1.50	0.75	1.29	21.19	0.227	15.53	1.63	28.66	16.98	4.17
	4	5.45	5.47	2.735	7.51	19.60	0.071	7.04	1.17	7.029	4.34	4.63
Мечта С.П. Королева	1	7.19	3.95	1.975	3.41	24.55	0.085	19.84	7.40	27.89	15.73	5.78
	2	5.43	2.65	1.325	3.13	21.98	0.113	9.0	3.02	29.78	3.78	5.57
	3	7.17	1.02	0.51	1.44	23.55	0.139	12.31	1.31	29.39	16.27	4.41
	4	5.68	5.97	2.985	7.25	19.06	0.084	6.30	1.06	6.38	4.72	5.11
Ольга Кравченко	1	6.42	3.94	1.97	3.55	23.18	0.141	18.14	5.06	27.43	15.21	6.42
	2	5.45	2.21	1.105	3.11	21.82	0.170	9.89	3.09	34.98	3.61	5.00
	3	7.08	1.03	0.515	1.18	22.11	0.181	14.02	1.45	28.20	15.66	4.35
	4	5.74	5.75	2.875	7.29	21.15	0.098	6.52	1.09	6.86	4.09	5.34

Примечание. 1 – цветки, 2 – стебли, 3 – листья, 4 – корни.

Элементный состав в различных образцах сырья видов и сортов пиона

Виды и сорта	Вид сырья	Макроэлементы, %				Микроэлементы, мг/кг				
		К	Na	Ca	P	Zn	Fe	Cu	Mn	J
<i>P.peregrina</i>	1	0.15	0.30	0.78	0.01	45.33	191.37	17.71	136.91	0.15
	2	0.93	0.11	0.08	0.20	32.16	295.1	5.65	176.38	0.05
	3	0.23	0.36	1.41	0.03	37.88	212.30	19.17	164.18	0.20
	4	0.20	0.02	0.63	0.33	41.48	1234.34	3.56	624.26	0.07
<i>P.lactiflora</i>	1	0.13	0.28	0.97	0.07	5.96	129.76	7.47	247.98	0.14
	2	1.20	0.13	0.14	0.11	36.99	323.08	6.69	137.24	0.07
	3	0.26	0.36	1.38	0.02	24.49	93.52	14.59	378.40	0.16
	4	0.07	0.14	0.91	0.22	16.12	656.63	13.45	441.50	0.05
<i>P.delavayi</i>	1	0.13	0.33	0.87	0.07	29.27	326.96	18.10	133.29	0.05
	2	0.62	0.18	0.23	0.09	23.49	179.74	8.34	209.08	0.09
	3	0.30	0.41	1.34	0.05	12.80	40.43	18.84	217.90	0.25
	4	0.23	0.26	0.94	0.11	22.47	584.03	15.58	553.92	0.18
<i>P.officinalis</i>	1	0.52	0.23	0.34	0.02	48.34	377.94	14.09	228.91	0.08
	2	1.12	0.10	0.15	0.16	46.22	402.40	4.36	197.60	0.05
	3	0.18	0.37	1.13	0.01	6.13	79.99	15.83	206.46	0.23
	4	0.19	0.15	1.03	0.24	33.72	660.56	5.42	576.35	0.08
Полярник 8	1	0.25	0.22	0.73	0.33	26.28	239.06	12.86	225.54	0.09
	2	0.87	0.16	0.45	0.07	32.82	176.69	7.67	211.34	0.09
	3	0.20	0.32	1.78	0.04	4.44	356.96	13.17	317.94	0.19
	4	0.03	0.03	0.84	0.19	31.02	732.08	1.72	515.61	0.02
Сабантуй	1	0.26	0.23	0.85	0.31	26.95	250.98	11.83	216.76	0.10
	2	0.96	0.14	0.28	0.09	33.76	193.63	6.41	221.64	0.08
	3	0.26	0.31	1.81	0.03	6.95	339.55	12.29	322.40	0.19
	4	0.06	0.05	0.96	0.19	30.05	681.11	1.88	526.21	0.01
Мечта С.П. Королева	1	0.27	0.25	0.83	0.31	35.67	262.65	12.42	213.78	0.11
	2	0.90	0.13	0.37	0.09	32.30	189.45	6.72	207.68	0.08
	3	0.25	0.33	1.72	0.03	4.01	360.26	13.68	318.58	0.19
	4	0.04	0.04	0.93	0.18	30.23	759.44	1.32	518.39	0.02
Ольга Кравченко	1	0.29	0.20	0.69	0.29	24.78	243.02	11.54	226.52	0.10
	2	0.95	0.16	0.28	0.08	32.78	164.46	7.36	209.78	0.09
	3	0.23	0.34	1.90	0.02	7.92	317.51	14.22	311.96	0.21
	4	0.04	0.04	0.89	0.19	33.40	642.44	1.60	525.80	0.02

Примечание. 1 – цветки, 2 – стебли, 3 – листья, 4 – корни.

Также был изучен элементный состав сырья пионов. Установлено, что пионы содержат девять макро- и микроэлементов (табл. 2). Выявлено, что максимальным содержанием натрия, кальция, меди и йода отличались листья изучаемых пионов, что в 1.2–19.0 раз выше, чем в других видах сырья. Отмечено, что листья *P. delavayi* лидируют по содержанию натрия и йода, *P. peregrina* – кальция, меди, а сорт Ольга Кравченко – по всем четырем данным элементам.

В корнях обнаружено более высокое содержание железа и марганца (в 1.2–14.5 раз выше, чем в листьях, стеблях и цветках). Максимальное количество данных элементов отмечено у *P. peregrina* и сортов Памяти С.П. Королева и Сабантуй.

В стеблях скапливается большее количество калия (в 2,1–29,0 раз больше, чем в другом сырье). По содержанию данного элемента лидирующее положение занимает *P. lactiflora* и сорт Сабантуй. Кроме того, выявлено, что у видов фосфор в максимальных количествах содержится в корнях (от 0.11 до 0.33% у *P. peregrina*), а у сортов – в цветках (от 0.29 до 0.33% у сорта Полярник 8).

Показано, что максимальное содержание цинка у видов обнаружено в цветках (от 29.27 до 48.34 мг/кг у *P. officinalis*), а у сортов данный микроэлемент по максимуму накапливался в разных частях растений.

Таким образом, в результате изучения элементного состава установлено, что *P. peregrina* по количественному содержанию кальция, фосфора, железа, меди, марганца превосходит другие виды пиона. Среди сортов максимальные значения натрия, кальция, меди и йода отмечены у сорта Ольга Кравченко.

Согласно биохимическому исследованию сырья пионов выявлено наличие 14 аминокислот (лизин, метионин, цистеин, гистидин, аргинин, треонин, серин, пролин, глицин, валин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин), девять из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях у большинства видов и в стеблях у сортов пиона. Сумма незаменимых аминокислот составляет 2.51–4.88 мг/%, сумма всех аминокислот 5.96–9.46 мг/%, что отражает биологическую ценность объектов исследования. Установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются треонин, глицин, тирозин; в стеблях – цистеин, гистидин, изолейцин, лейцин; в цветках – фенилаланин; в корнях – аргинин. По суммарному содержанию аминокислот лидирующее

положение занимают *P. lactiflora* и сорт Ольга Кравченко. Кроме того, выявлено, что по количественному содержанию всех аминокислот виды пиона превосходят сорта.

Таким образом, в результате проведенного биохимического анализа различного сырья пионов установлено, что в листьях в максимальных количествах накапливаются аскорбиновая кислота и крахмал; в корнях – сахара; в стеблях – клетчатка; в цветках – каротиноиды и протеин, что не противоречит данным, полученным ранее при первоначальном исследовании биологически активных веществ пионов, в том числе *P. anomala* [7, 8]. Выявлено, что *P. peregrina* по количественному содержанию кальция, фосфора, железа, меди, марганца превосходит другие виды пиона. Среди сортов максимальные значения натрия, кальция, меди и йода отмечены у сорта Ольга Кравченко. Показано наличие 14 аминокислот (лизин, метионин, цистеин, гистидин, аргинин, треонин, серин, пролин, глицин, валин, изолейцин, лейцин, тирозин, фенилаланин), 9 из которых являются незаменимыми. Максимальное накопление аминокислот наблюдается в листьях. Сумма незаменимых аминокислот составляет 2.51–4.88 мг/%, сумма всех аминокислот 5.96–9.46 мг/%, что отражает биологическую ценность объектов исследования.

В целом можно заключить, что выращиваемые на территории Южно-Уральского ботанического сада-института УФИЦ РАН изученные таксоны рода *Paeonia* L. представляют интерес в качестве нового источника перспективного растительного сырья. Дальнейшее планируемое изучение и анализ динамики накопления биологически активных веществ, в том числе иридоидов, по органам пионов позволит выделить интродуценты с повышенным биохимическим потенциалом для фармацевтической промышленности Республики Башкортостан.

Литература

1. Wu Shao Hua, Da Gang Wu, You Wei Chen. Chemical constituents and bioactivities of plants from the genus *Paeonia* // Chemistry & Biodiversity. 2010. 7.1. P. 90–104.
2. ФС 42-531-98 Корневища и корни пиона уклоняющегося *Rhizomata et radices Paeoniaanomala*. Взамен ФС 42-531-72; введ. 09.12.1998. М., 2000. 16 с.

3. Реут А.А., Миронова Л.Н. Изучение химического состава некоторых представителей рода *Paeonia* L. при интродукции в Башкортостане // Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 2014. № 10. С. 70–73.

4. Китаева М.В., Войцеховская Е.А. Оценка содержания аскорбиновой кислоты в надземной части растений семейства пионовые (*Paeoniaceae*) в процессе онтогенеза // Лекарственное растениеводство: от опыта прошлого к современным технологиям: мат-лы пятой Междунар. науч.-практ. интернет-конф. Полтава, 2016. С. 214–216.

5. Китаева М.В., Власова А.Б., Войцеховская Е.А. Содержание флавоноидов в листьях некоторых сортов рода *Paeonia* L., произрастающих в Республике Беларусь // Лекарственные растения Ботанического сада: мат-лы науч.-практ. конф. к 70-летию Бот. сада Петра Первого МГМУ им. И.М. Сеченова. М., 2016. С. 68–71.

6. Накарякова Н.И., Смирнова М.М., Яборова О.В., Олешко О.А. Сравнительное изучение пиона уклоняющегося и пиона садового // Фундаментальные исследования. 2014. № 11. С. 372–376.

7. Реут А.А., Миронова Л.Н. Исследование элементного и аминокислотного состава растительного сырья некоторых представителей рода *Paeonia* L. // Субтропическое и декоративное садоводство. 2013. № 48. С. 200–203.

8. Реут А.А., Миронова Л.Н. Изучение аминокислотного и элементного состава представителей семейства *Paeoniaceae* Rudolphi // Известия Уфимского научного центра РАН. 2013. № 3. С. 61–63.

9. Реут А.А., Миронова Л.Н. Опыт интродукции *Paeonia anomala* L. // Вестник Оренбургского государственного университета. 2009. № 6 (100). С. 310–313.

10. Яппаров Ф.Ш., Хайбуллин Р.И., Мукатов А.Х. Рациональное использование почвенных ландшафтов ботанических садов // Ботанические исследования на Урале. Свердловск, 1990. С. 128.

11. Государственная фармакопея СССР: Общие методы анализа // МЗ СССР. 11-е изд., доп. М., 1987. Вып. 1. 336 с.

12. Зайцев Г.Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М., 1984. 424 с.

genus *Paeonia*. Chemistry & Biodiversity, 2010, vol. 7 (1), pp. 90–104.

2. FS 42-531-98 Rhizomata et radices *Paeonia anomala*. Instead of FS 42-531-72; introduced in December 9, 1998. Moscow, 2000. 16 p.

3. Reut A.A., Mironova L.N. The study of the chemical composition of some representatives of the genus *Paeonia* L. under the introduction in the Republic of Bashkortostan. Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii, 2014, no. 10, pp. 70–73.

4. Kitaeva M.V., Voytsekhovskaya E.A. Estimation of ascorbic acid content in aerial parts of plants of the family (*Paeoniaceae*) in the process of ontogenesis. Lekarstvennoe rasteniyevodstvo: ot opyta proshlogo k sovremennym tekhnologiyam. Materialy pyatoy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy internet-konferentsii (Poltava, December 27–28, 2016). Poltava, 2016, pp. 214–216.

5. Kitaeva M.V., Vlasova A.B., Voytsekhovskaya E.A. The content of flavonoids in the leaves of some varieties of the genus *Paeonia* growing in the Republic of Belarus. Lekarstvennye rasteniya Botanicheskogo sada. Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii k 70-letiyu Botanicheskogo sada Petra Pervogo MGIMU imeni I.M. Sechenova (Moscow, 21–22 September, 2016). Moscow, 2016, pp. 68–71.

6. Nakaryakova N.I., Smirnova M.M., Yaborova O.V., Oleshko O.A. Comparative study of *Peonia anomala* and *Peonia hortorum*. Fundamentalnye issledovaniya, 2014, no. 11, pp. 372–376.

7. Reut A.A., Mironova L.N. Study of the elemental and amino acid composition of plant raw materials of some members of the genus *Paeonia*. Subtropicheskoye i dekorativnoye sadovodstvo, 2013, no. 48, pp. 200–203.

8. Reut A.A., Mironova L.N. Study of amino acid and elemental composition of representatives of the family *Paeoniaceae* Rudolphi. Izvestiya Ufimskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk, 2013, no. 3, pp. 61–63.

9. Reut A.A., Mironova L.N. Experience in introducing *Paeonia anomala* L. Vestnik Orenburgskogo gosudarstvennogo universiteta, 2009, no. 6 (100), pp. 310–313.

10. Yapparov F.S., Khaybullin R.I., Mukhtarov A.Kh. Rational use of soil landscape of the botanical gardens. Botanicheskie issledovaniya na Urale. Sverdlovsk, 1990. 128 p.

11. State Pharmacopoeia of the USSR: General methods of analysis. 11th edition. Vol. 1. Moscow, Ministerstvo zdravookhraneniya SSSR. 1987. 336 p.

12. Zaytsev G.N. Mathematical statistics in experimental botany. Moscow, 1984. 424 p.

References

1. Wu Shao Hua, Da Gang Wu, You Wei Chen. Chemical constituents and bioactivity of plants from the

— — — — —

**ACCUMULATION OF BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES IN RAW MATERIAL
OF SOME REPRESENTATIVES OF THE GENUS *PAEONIA* L.
UNDER THE INTRODUCTION IN THE SOUTH URALS**

© А.А. Реут¹, С.Г. Денисова¹, К.А. Пупыкина², З.Х. Шигапов¹

¹ South Ural Botanical Garden-Institute – Separate Structural Subdivision
of the Federal State Budgetary Scientific Institution Ufa Federal Research Centre of the RAS,
195/3, ulitsa Mendeleeva, 450080, Ufa, Russian Federation

² Bashkir State Medical University,
3, ulitsa Lenina, 450000, Ufa, Russian Federation

The main purpose of this article was to study the biochemical composition of different raw materials (flowers, leaves, stems, roots) of some representatives of the genus *Paenonia* L. (species: *P. peregrina* Mill., *P. officinalis* L., *P. lactiflora* Pall., *P. delavayi* Franch.; varieties: Mechta S.P. Koroleva, Olga Kravchenko, Polyarnik 8, Sabantuy) introduced and grown in the South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences for further use as a new source of medicinal plant raw materials. The presence of amino acids was determined using an amino acid analyzer AAA-339 (Czech Republic) and the elemental composition by atomic absorption spectrometry. As a result of pharmaceutical merchandizing, it was found out that the moisture content of raw materials did not exceed 8%, total ash was about 8%, and the indicator of ash insoluble in 10% solution of hydrochloric acid was no more than 3.00%. It was also found out that peonies accumulated, in maximum amounts, ascorbic acid and starch in leaves, sugars in roots, cellulose in stems, carotenoids and protein in flowers.—The study of the peony elemental composition showed that *P. peregrine* was superior to other peony species in its quantitative contents of calcium, phosphorus, iron, copper and manganese. Among the varieties, the maximum values of sodium, calcium, copper and iodine were recorded in Olga Kravchenko. The presence of 14 amino acids was revealed, 9 of which were essential. The maximum accumulation of amino acids was observed in the leaves of the majority of species and in the stems of some varieties. The total content of essential amino acids was 2.51–4.88 mg/%, and the sum of all amino acids was 5.96–9.46 mg/%.n, this reflecting the biological value of the research objects. It was determined that maximum amounts of threonine, glycine and tyrosine were accumulated in leaves; cysteine, histidine, isoleucine and leucine in stems; phenylalanine in flowers and arginine in roots. Thus, it is shown that representatives of the genus *Paenonia* grown in the South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal Research Centre of the Russian Academy of Sciences are of interest as a promising plant raw material.

Key words: *Paenonia* L., aerial and underground organs, elemental composition, amino acids, Republic of Bashkortostan.