

УДК 577.118:582.933

Мяделец М.А., Сиромля Т.И.

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия.

Охлопкова О.В., Качкин К.В.

Новосибирский государственный медицинский университет, Новосибирск, Россия.

ЭЛЕМЕНТНЫЙ ХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ЛИСТЬЕВ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ФОРМ ПОДОРОЖНИКА БОЛЬШОГО (*PLANTAGO MAJOR* L.), РОИЗРАСТАЮЩЕГО В АНТРОПОГЕННО НАРУШЕННЫХ МЕСТООБИТАНИЯХ

Ключевые слова: элементный состав, *Plantago major* L., листья, водные и водно-спиртовые извлечения.

В настоящее время интерес к использованию растительного сырья в медицине неуклонно растет, что обусловлено сочетанием хорошего терапевтического эффекта фитопрепаратов с их относительной безвредностью [7]. В свою очередь уменьшаются территории, не испытывающие антропогенной нагрузки, и в связи с этим возникает необходимость исследования возможности применения лекарственных растений, произрастающих на антропогенно нарушенных местообитаниях.

Plantago major L. – подорожник большой является ценным лекарственным растением, применяющимся в качестве отхаркивающего средства при заболеваниях дыхательных путей, а также в составе комплексной терапии. Листья *P. major* включены в Государственную фармакопею (ГФ) [4] как лекарственное сырье. Данный вид лекарственного растения является одним из наиболее известных и характерных представителей урбанофлоры.

Целью данной работы являлось определение элементного химического состава листьев, водных и водно-спиртовых извлечений *P. major*, произрастающего в антропогенно нарушенных местообитаниях, а также соответствия показателям ГФ [4] и СанПиН 2.3.2.1078-01 [3] по допустимости к использованию в медицинских целях.

Объектом исследования послужили образцы растительного сырья (листья) *P. major*, собранные в фазу цветения растений в вегетационные периоды 2011-2012 гг. на территории крупного промышленного центра – г. Новосибирска (табл. 1). В качестве объекта сравнения использовалось аптечное сырье производства ЗАО Фирма «Здоровье» г. Москва Р №003120/01. Отбор образцов проводили общепринятыми методами. В каждой точке отбирали не менее 3 средних проб, дважды в течение вегетационного периода. Ниже представлены средние арифметические значения (n=12).

Таблица 1

Характеристика места сбора исследуемых образцов

№ точки	Место сбора	Л от трассы, м
I	п. Плотниково (НСО)	5-10
II	Ост. «Куприна», ул. Никитина	4-10
III	Ост. «Сибирская ярмарка», Красный проспект	2-10
IV	Ост. «Горбольница», ул. Залесского	8-10
V	Ост. «Карьер Борок», ул. Большевистская	5-10

Общую зольность и количество золы, не растворимой в 10% HCl, анализировали по общепринятой методике [4]. Определяли общее содержание химических элементов (ХЭ) в лекарственном сырье, а также их количество в солянокислых экстрактах, водных отварах и спиртовых настоях. В работе использовался метод атомно-абсорбционной

спектрометрії (прибор Квант-2А). Содержание ХЭ приведено в пересчете на воздушно-сухие образцы. Все анализы выполнены в трех аналитических повторностях.

Таблиця 2

Содержание ХЭ в сырье *P. major*

№ точки	Химический элемент												
	Ca	Cd	Cu	Fe	Li	K	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Sr	Zn
I	1	0,181	12,51	381	1,61	23144	2568	48,3	108	1,66	1,58	40,1	30,41
	2	0,132	4,70	258	1,31	20570	1974	40,0	92	1,16	0,41	29,9	18,65
	α	58	73	38	68	82	89	77	83	86	70	26	75
II	1	0,216	9,68	425	2,49	24596	3595	44,1	58	1,46	1,53	67,8	41,29
	2	0,111	6,71	358	1,97	24200	2634	36,1	52	1,36	1,16	49,7	37,65
	α	84	51	69	84	79	98	73	90	93	76	73	91
III	1	0,171	16,43	362	1,44	28884	2193	35,2	102	1,40	1,63	28,9	50,11
	2	0,147	5,47	273	1,11	26862	1754	27,5	88	1,32	0,45	20,1	33,00
	α	74	86	33	75	77	80	78	87	94	27	70	66
IV	1	0,174	13,81	331	1,69	29759	2769	36,2	85	1,65	1,78	39,9	49,16
	2	0,134	6,04	226	1,31	29282	2255	31,4	77	1,40	0,48	30,3	36,33
	α	88	77	44	68	78	81	87	91	85	27	76	74
V	1	0,265	15,86	579	2,81	21979	4314	44,5	148	1,84	1,58	87,6	68,48
	2	0,160	9,55	397	2,13	21027	3635	37,8	133	1,62	0,34	63,0	61,69
	α	87	60	60	69	76	84	85	90	88	22	72	90
Аптечное сырье	1	0,288	11,62	518	3,34	23524	2806	48,2	135	1,58	1,93	87,5	34,85
	2	0,198	7,89	363	2,64	22990	2194	40,6	131	1,46	0,40	65,3	31,60
	α	73	69	68	70	79	78	84	97	92	21	75	91

Примечание. 1 – общее содержание ХЭ в растительном сырье, мг/кг; 2 – содержание ХЭ, извлекаемых 10 %-ным раствором соляной кислоты, мг/кг;
α – коэффициент извлечения ХЭ, %.

Таблиця 3

Содержание ХЭ в извлечениях из сырья *P. major*

Лекарственная форма	Химический элемент, мг/кг													
	Ca	Cd	Cu	Fe	Li	K	Mg	Mn	Na	Ni	Pb	Sr	Zn	
Отвар	M±m	6354±1592	0,152±0,004	0,69±0,04	1,65±0,07	0,65±0,10	14094±477	1216±168	11,5±1,8	50±5	0,69±0,08	0,1±0,01	22,3±4,9	6,72±0,67
	min	858	0,138	0,58	1,44	0,42	13090	693	7,0	39,0	0,55	0,10	9,4	4,88
	max	10670	0,160	0,78	1,80	0,89	15620	1711	16,0	64	0,97	0,11	36,0	8,59
α, %	M±m	23±5	69±9	5±1	0,4±0,01	27±1	57±3	38±4	27±3	41±3	42±5	6±0,2	33±2	13±1
	min	13	51	4	0,3	22	48	28	16	28	30	5	29	8
	max	36	90	7	0,5	30	67	50	35	47	61	6	41	17
Настой	M±m	2814±786	0,044±0,006	0,60±0,03	0,85±0,07	0,36±0,10	10845±708	786±118	4,4±1,3	44±3	0,68±0,08	0,91±0,20	7,6±1,8	2,45±0,09
	min	516	0,026	0,53	0,66	0,19	9595	480	2,8	38	0,54	0,57	3,6	2,20
	max	4076	0,054	0,65	1,02	0,61	12395	1019	8,1	49	0,83	1,33	10,1	2,59
α, %	M±m	10±2	20±4	4±1	0,2±0,03	15±1	43±5	26±2	11±2	39±4	43±6	54±13	13±2	5±1
	min	8	15	3	0,1	12	34	22	6	28	30	30	9	3
	max	14	32	5	0,3	18	56	32	17	47	57	81	19	7

Таблиця 4

Содержание биологически активных веществ и зольность сырья *P. major*

№ образца	Дубильные вещества, %		Флавонолы, %		Содержание золы, %	
					нерастворимая в 10 %-ном р-ре HCl	
I	5,48	0,22	18,9	4,0		
II	6,79	0,74	21,3	3,2		
III	5,20	0,52	17,2	4,6		
IV	5,48	0,37	19,0	3,6		
V	6,89	1,05	22,1	6,4		
Аптечное сырье	4,19	0,62	19,4	4,2		

Для оценки степени перехода химических элементов в фитопрепараты был рассчитан коэффициент извлечения – α (отношение содержания ХЭ в извлечении, мг/кг к валовому содержанию ХЭ в растительном сырье, мг/кг $\times 100\%$). Были изучены следующие лекарственные формы: отвары и настои (экстрагент – 40% этанол). Извлечения получены согласно общепринятым методикам [4]. Соотношение сырье – экстрагент 1:10. В полученных экстрактах определяли содержание фенольных соединений (флавонолов, дубильных веществ). Флавонолы определяли спектрофотометрическим методом [1]. Количество флавонолов в пробе рассчитывали по калибровочному графику, построенному по рутину. Содержание дубильных веществ определяли спектрофотометрическим методом с применением раствора аммония молибденовокислого [9]. Содержание полисахаридов в сырье определялось гравиметрическим методом [4].

При сравнении содержания тяжелых металлов (ТМ) в исследуемых образцах растительного сырья с показателями предельно допустимых концентраций (ПДК) СанПиН 2.3.2.1078-01 [3] превышения допустимых значений не отмечается. Анализируя содержание ХЭ в образцах сырья из разных точек, следует отметить, что наиболее варьирует количество Li (V=34%), Na (V=31%) и Zn (V=30%). Наиболее постоянным содержанием отличается Pb (V=9%), что, возможно, является проявлением физиологического барьера растений к ТМ [8]. Также незначительной изменчивостью количественного содержания характеризуются Ca и Ni (V=10%). Достоверных отличий между содержанием ХЭ в аптечном сырье и сырье, собранном в исследуемых точках, не установлено. Степень извлечения элементов 10% раствором соляной кислоты (табл. 2) несколько отличается для разных ХЭ, максимально извлекаются такие элементы как K, Na, Ni ($\alpha = 86-98\%$), менее – Cu ($\alpha = 33-68\%$) и Pb ($\alpha = 21-76\%$).

Важной характеристикой лекарственного растительного сырья является степень перехода химических элементов в фитопрепараты. В связи с этим, было проанализировано содержание ХЭ в наиболее широко использующихся лекарственных формах – отварах и настоях (табл. 3). Полученные результаты свидетельствуют о том, что в водные извлечения (отвар) в значительной степени переходят K, Mg, Na, Sr, а также Cd и Ni. Низкой степенью извлечения характеризуются Cu, Pb, Fe, что подтверждает ранее полученные данные о содержании в листьях *P. major* данных элементов в прочносвязанной форме [6].

Существуют данные о том, что в водно-спиртовые растворы ТМ из растительного сырья извлекаются в меньших количествах, чем в отвары [5]. Полученные нами результаты в целом близки, но есть и разница – одинаково извлекались Cu, Na и Ni, намного сильнее извлекался Pb. Возможно, эта разница связана с тем, что содержание ХЭ в извлечениях зависит от вида растительного сырья, режима настаивания, а также ряда других факторов.

Учитывая, что содержание общей золы (табл. 4) для данного вида сырья не должно превышать 20% [4], отмечается несоответствие данного показателя у растений, отобранных во II (21,3%) и V (22,1%) точках. Содержание золы, не растворимой в 10% HCl, не соответствует нормативу (не более 6% [4]) только в точке V (6,4%). Это свидетельствует о повышенной запыленности данных образцов. Следовательно, такое сырье не может быть использовано в медицинских целях.

Кроме элементного состава, в исследуемых образцах сырья было проанализировано содержание некоторых групп биологически активных веществ (БАВ). Содержание полисахаридов во всем исследованном сырье соответствует требованиям ГФ [4], то есть составляет не менее 12%, а в некоторых случаях даже превосходит показатели аптечного сырья (например, 17,5 % в точке IV и 14,5 % в аптечном сырье). По данным других исследователей [2], количество полисахаридов в листьях *P. major*, произрастающего на территориях разной степени антропогенного воздействия, колеблется

в диапазоне 12,3-24,4%, выявлена зависимость биосинтеза полисахаридов от загрязнения растений ТМ.

Количество дубильных веществ (табл. 4) изменяется в диапазоне 5,48-6,89% и в среднем несколько выше, чем в аптечном сырье. Максимальное содержание флавонолов (0,74-1,05%) наблюдается в образцах с превышенным содержанием общей золы. Возможными причинами этого могут быть как техногенное воздействие, так и другие факторы. Так, экспериментально показано, что в ответ на техногенное воздействие биосинтез флавоноидов в листьях *Potentilla fruticosa* L. снижается по сравнению с контролем [10].

Растительное сырье *P. major*, выращенное даже на загрязненных ТМ территориях, является экологически чистым по содержанию ТМ, лекарственно ценным по содержанию полисахаридов и в целом соответствует образцам аптечного сырья. Превышение нормативных показателей в нескольких точках установлено лишь для содержания золы, что свидетельствует о повышенной запыленности данных образцов растительного сырья.

Библиография.

1. Беликов В.В., Шрайбер М.С. Методы анализа флавоноидных соединений // Фармация. 1970. № 1. С. 66–72.
2. Великанова Н. А. Экологическая оценка состояния лекарственного растительного сырья (на примере *POLYGONUM AVICULARE* L. и *PLANTAGO MAJOR* L.) в урбоусловиях города Воронежа и его окрестностей: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Воронеж. 2013. 21 с.
3. Гигиенические требования безопасности и пищевой ценности пищевых продуктов СанПиН 2.3.2.1078-01. М., 2002
4. Государственная фармакопея СССР XI издания. Вып.1. Общие методы анализа. – М. - 1987. С. 286-287
5. Гравель И. В. Региональные проблемы экологической оценки лекарственного растительного сырья и фитопрепаратов на примере Алтайского края: Автореф. дисс. ... д-ра. фарм. наук. М., 2005. 48 с.
6. Зубарева К.Э., Качкин К.В., Сиромля Т.И. Влияние выбросов автомобильного транспорта на элементный состав листьев подорожника большого // Химия растительного сырья. 2011. №2. С. 159-164.
7. Куркин В.А. Фармакогнозия: учебник для студентов фармацевтических вузов. Самара. 2007. 1239 с.
8. Титов А.Ф., Таланова В.В., Казнина Н.М., Лайдинен Г.Ф. Устойчивость растений к тяжелым металлам. Петрозаводск. 2007. 172 с.
9. Федосеева Л.М. Изучение дубильных веществ подземных и надземных вегетативных органов бадана толстолистого (*Bergenia crassifolia* (L.) fitch.), произрастающего на Алтае // Химия растительного сырья. 2005. № 2. С. 45-50.
10. Храмова Е.П., Высочина Г.И. Состав и содержание флавоноидов в *Potentilla fruticosa* (Rosaceae) в условиях техногенного загрязнения в г. Новосибирске // Растительные ресурсы. 2010. Т. 46. Вып. 2. С.