

СОДЕРЖАНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ТЫСЯЧЕЛИСТНИКЕ ОБЫКНОВЕННОМ (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.)

Сиромля Т. И., Мяделец М. А.

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН, Новосибирск, Россия, e-mail: tatiana@issa.nsc.ru

Проведена сравнительная оценка элементного химического состава *Achillea millefolium* L. различных природно-климатических зон и регионов, отличающихся степенью техногенной нагрузки. Исследователями используются методы атомно-абсорбционной, атомно-эмиссионной и масс-спектрометрии, рентгенофлуоресцентного и полярографического анализа и др. Нормативные документы, определяющие предельно допустимые концентрации химических элементов в лекарственном растительном сырье, в настоящее время не разработаны; обычно применяются СанПиН для продовольственного сырья и пищевых продуктов. Выявить влияние условий обитания, уровня техногенного воздействия и других факторов на содержание ХЭ по литературным данным оказалось невозможно.

Ключевые слова: *Achillea millefolium* L., химические элементы.

THE CONTENT OF CHEMICAL ELEMENTS IN YARROW (*ACHILLEA MILLEFOLIUM* L.)

Syromlya T. I., Myadelets M. A.

Institute of Soil Science and Agrochemistry of SB RAS, Novosibirsk, Russia, e-mail: tatiana@issa.nsc.ru

Comparative evaluation of elemental chemical composition of *Achillea millefolium* L. in different natural-climatic zones and regions that differ in degree of anthropogenic load. Different researchers use methods of atomic absorption, atomic emission and mass spectrometry, x-ray fluorescence and polarographic analysis and other. Regulatory documents defining the maximum permissible concentration of chemical elements in medicinal plant raw material, is still not developed, usually used SanPin on food raw materials and food products. To determine the influence of habitat conditions, the level of anthropogenic impact and other factors on the content of chemical elements according to the literature data was impossible.

Keywords: *Achillea millefolium* L., chemical elements.

Элементный химический состав является важной характеристикой растений, использующихся в качестве лекарственного растительного сырья (ЛРС). Количество каждого из химических элементов (ХЭ) определяется сложным сочетанием нескольких факторов [1, 12, 13 и др.]. Исследование ЛРС, собранного в разных природно-климатических условиях и различных по техногенной нагрузке регионах, актуально в области рационального и экологически безопасного использования растительных ресурсов.

Тысячелистник обыкновенный (*Achillea millefolium* L.) – травянистый многолетник, ксеромезофит. Неприхотлив к различным климатическим условиям и имеет евроазиатский ареал распространения, в равной степени характерен как для естественной флоры, так и для рудеральной [13, 17, 20 и др.]. Является одним из известных лекарственных растений, применяется как в научной, так и в народной медицине. Обладает широким спектром фармакологических эффектов, проявляющихся на пищеварительной, сердечно-сосудистой, нервной и репродуктивной системах [35, 36 и др.].

Цель данного исследования – сравнение содержания химических элементов в растениях *Ach. millefolium* различных природно-климатических зон и регионов, отличающихся степенью техногенной нагрузки.

Оценка элементного химического состава проведена на основе собственных исследований (Новосибирская область), а также анализа литературных данных о содержании ХЭ в растениях *Ach. millefolium* (Алтайский и Красноярский край, Брянская, Калужская, Кемеровская, Московская, Оренбургская, Пермская области, Австрия, Польша, Сербия Югославия). Для определения содержания ХЭ используются атомно-абсорбционная [5-8, 14, 21, 24, 25, 28, 33, 37, 38 и др.], атомно-эмиссионная [16, 21, 30, 39 и др.] и масс-спектрометрия [14, 39], рентгенофлуоресцентный [3, 22, 31, 32 и др.], полярографический [26] и фотоэлектроколориметрический [26] анализ и т.д. В таблице 1 представлено содержание наиболее часто исследуемых ХЭ, в таблице 2 – содержание редко исследуемых ХЭ, в таблице 3 – макроэлементов. Во многих работах спектр исследуемых ХЭ значительно меньше – авторы определяют содержание наиболее «опасных» Pb и Cd, реже – Zn (табл. 4).

As и Hg в ЛРС обычно находятся в следовых количествах или ниже предела обнаружения [6-10, 14, 33]. Однако As в значительных концентрациях (как и многие другие ХЭ) обнаружен в *Ach. millefolium* Брянской области – 1,0-1,4 мг/кг [22], 8,8-10,5 мг/кг [31, 32], а также в других лекарственных растениях региона. Высокие соотношения Cr/Ni позволяют сделать предположение о значительной запыленности ЛРС [29], однако отсутствие сведений о зольности и содержании нерастворимого остатка золы (не только в данной, но и во многих других работах) не позволяет этого проверить. В исследованиях [31, 32] также привлекают внимание очень низкие значения ошибок среднего содержания при значительном диапазоне варьирования – например, содержание Ti $71 \pm 2,9$ при варьировании 0-289,5 мг/кг, Pb – 17 ± 2 при варьировании 2,2-25,9 мг/кг и т.д.

В статье А.И. Попова [21] приводится содержание 30 ХЭ в растениях и почвах Кемеровской области. Вероятно, здесь завышены средние значения содержания ХЭ, так как очень высокие коэффициенты вариации – зачастую более 100 % – указывают на аномальный характер распределения ХЭ в выборке либо на наличие в ней отдельных проб с большим содержанием ХЭ. Максимальные значения очень высокие – возможно, часть проб была отобрана на территориях, испытывающих значительную техногенную нагрузку (что характерно для региона [11, 34]). Подробные результаты математической обработки приводятся в статье [38] – не только размах и среднее арифметическое значение, но и медиана (которая даже в значительно менее вариабельной выборке несколько ниже среднего арифметического – например, для Cd 0,21 и 0,14 мг/кг соответственно).

Таблица 1

Содержание ХЭ в растениях *Ach. millefolium*

Регион	Источ ник	Экол. чистота	Сроки сбора	ХЭ, мг/кг сухого вещества									
				Cd	Co	Cr	Cu	Fe	Mn	Ni	Pb	Zn	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12	
надземная часть													
–	[23]	раст.суши (кларк)		0,005	1,0	1,8	10	200	240	2,0	2,5	50	
–	[12]	сем. <i>Asteraceae</i>		–	0,45	–	10,4	466	75	–		28,7	
–	[19]	аптечное сырье		–	<i>0,18-0,46</i> (3,0-8,2)	<i>18-56</i> (300-910)	<i>34-52</i> (26-89)	–	<i>140-280</i> (370-1400)	<i>4,2-4,3</i> (28-64)	–	–	
Алтайский край	Рубцовск.р-он	[5]	да	1992	–	0,2	0,5	8,3	49,3	1,0	–	–	
	Хабарск.р-он	[5]	да	1992	–	0,5	не обн.	7,7	38,7	1,4	–	–	
Брянская обл.	[31, 32]			–	–	3,3 <i>1,3-4,9</i>	43 <i>35,4-50,4</i>	40 <i>33-49</i>	3591 <i>0,23-0,44%</i>	198 <i>122-293</i>	23 <i>16,6-37,3</i>	17 <i>9,4-23,3</i>	102 <i>60-239</i>
		[22]	да	–	–	1,2	40,0	35,0	2388	986	12,3	18,0	30,2
		нет	–	–	1,3	37,2	25,8	23506	1785	15,6	28,6	138,0	
Калужская обл.	[14]	–		2012	0,26	–	–	9,6	95	–	2,6	14	28,0
Кемеровская обл.	[30]	да	1999-2002		0,22	–	0,14	1,35	23,23	1,01	0,05	0,1	0,09
	[7, 8]	да	1986-1996		0,60 (0,98)	0,30 (11,8)	–	11,2 (18,4)	–	21,2 (523)	1,10 (21,2)	0,40 (14,5)	0,80 (52,6)
	[7, 8]	да	2004-2009		0,18 (0,217)	0,31 (4,04)	–	8,44 (18,01)	41 (1425)	13,1 (151)	1,49 (18,63)	0,31 (6,27)	1,20 (33,76)
	[21]	да	1986-1991		0,55 <i>0,21-1,07</i> (3,18) <i>(1,7-6,6)</i>	0,58 <i>0,07-3,30</i> (32,9) <i>(1,8-92,0)</i>	1,82 <i>0,14-10,27</i> (179) <i>(14-736)</i>	14,3 <i>1,3-1,1</i> (189) <i>(5-841)</i>	191 <i>23-714</i> (2,0%) <i>(0,2-4,6%)</i>	51,2 <i>1,0-228,0</i> (523) <i>(26-1414)</i>	4,27 <i>0,03-18,0</i> (152) <i>(9-736)</i>	3,82 <i>0,1-8,9</i> (89) <i>(2,7-460)</i>	18,1 <i>0,89-57,1</i> (202) <i>(9,0-920)</i>
Красноярский край	[33]	–		–	0,10	–	–	1553	82	–	10,7	0,1	34,8
	[9]	да		–	< 0,001	–	–	0,13	1,14	0,30	–	0,05	0,77
	[10]	да		–	0,15	–	1,5	9,6	128,4	34,4	2,52	3,0	31,9
		нет		–	0,20	–	1,98	12,5	113,9	26,6	2,76	4,55	77,5
Московская обл.	[14]	–		2012	0,19	–	–	6,2	89	–	0,9	16	19,0
Новосибирская обл.	[16]	нет		2014	0,31 (0,83)	0,28 (1,1)	0,70 (66,9)	11,43 (24,2)	216 (2,57%)	40,35 (673)	1,66 (38,3)	0,43 (23,3)	21,1 (86,5)

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	12
Оренбургская обл.	[6]	да	–	0,01	0,10	0,2	0,2	5	0,4	0,7	0,14	3,0
		нет	–	0,04 (0,07)	0,1 (0,1)	0,2 (0,1)	0,3 (0,3)	9 (9)	0,5 (0,4)	0,3 (0,6)	0,2 (0,2)	11,3 (8,7)
	[18]	да	2005	–	108*10 ³	36*10 ³	3,5*10 ³	14,1*10 ³	21,8*10 ³	141*10 ³	408*10 ³	0,2*10 ³
		нет	2005	–	352*10 ³	37*10 ³	7,4*10 ³	14,7*10 ³	36*10 ³	368*10 ³	294*10 ³	1,51*10 ³
Пермская обл.	[3]	–	–	–	–	1,7	14,1	161	109	7,6	–	35,3
Австрия	[38]	нет	1999- 2000	0,21 <i>0,09-0,39</i>	–	–	6,8 <i>4,9-10,3</i>	67 <i>58-76</i>	66 <i>44-95</i>	–	–	28,5 <i>20,5-40,5</i>
Польша	[39]	нет	2011- 2012	<i>0,04-0,51</i>	<i>0,3-1,1</i>	<i>0,41-2,17</i>	<i>8,0-17,9</i>	<i>74-257</i>	<i>22-120</i>	<i>0,6-2,1</i>	<i>0,30-3,54</i>	<i>18,2-63,2</i>
		да		<i>0,06-0,24</i>	<i>0,4-0,8</i>	<i>0,63-1,02</i>	<i>11,2-15,2</i>	<i>103-288</i>	<i>52-171</i>	<i>1,2-2,5</i>	<i>0,65-2,61</i>	<i>29,9-118,7</i>
		аптеч.		0,27	0,2	0,31	21,1	87	111	1,3	0,75	26,7
Югославия, Сербия	[37]	нет	1999	<i>0,3-1,5</i> <i>(0,25-1,0)</i>	–	–	<i>18-27</i> <i>(5-49)</i>	–	<i>25-172</i> <i>(440-2355)</i>	<i>4,5-14,5</i> <i>(4-465)</i>	<i>2,5-8,0</i> <i>(16-146)</i>	<i>23-53</i> <i>(46-171)</i>
корни												
Кемеровская обл.	[7, 8]	–	2004-2009	0,09	0,26	–	5,25	137	8,44	1,40	0,41	13,3
	[21]	–	1986- 1991	0,78 <i>0,21-1,59</i>	1,10 <i>0,16-3,07</i>	5,40 <i>0,20-23,97</i>	9,1 <i>1,0-51,1</i>	96 <i>22-396</i>	26,37 <i>0,52-88,3</i>	2,37 <i>0,05-8,17</i>	3,74 <i>0,05-10,3</i>	4,52 <i>0,61-10,60</i>
Новосибирская обл.	[16]	нет	2014	0,49	0,61	3,94	15,32	1196	78,7	2,8	1,03	24,6
Оренбургская обл.	[6]	нет	–	0,07	0,1	0,3	0,3	7	0,3	0,4	0,1	10,4

Примечание. "–" – нет данных. Курсивом выделены диапазоны содержания ХЭ. В скобках приведено содержание ХЭ в почве: [7, 8, 16, 21] – валовое, [37] – экстрагент 0,005 М ДТРА, [6] – экстрагент не указан.

Таблица 2

Содержание ХЭ в надземной части *Ach. millefolium*, мг/кг сухого вещества

Источник	Ag	Al	Ba	B	Ga	La	Mo	P	Sc	Si	Sn	Sr	Ti	V	Y	Yb	Zr
[16]	–	385	21,5	22,9	0,22	1,15	1,46	3096	0,15	2361	<0,1-0,15	49,3	19,1	0,83	0,6	0,037	1,94
[21]	0,14	217	41	27,2	1,36	5,65	1,29	502	0,67	350	6,16	17,5	46,0	1,8	1,6	–	5,97
[12]	–	–	–	22,4	–	–	1,12	2200	–	2200	–	–	–	–	–	–	–
[23]	0,03	300	22	25	0,05	0,8	0,6	2000	0,008	3000	0,25	40	32	1,5	0,8	0,0015	7,5
[39]	–	54-225	4,2-18,5	26-70	–	–	0,68-2,19	–	–	–	–	–	0,4-4,1	0,25-1,42	–	–	–
[18]	0,0003	–	0,022	–	–	–	0,059	–	–	–	–	0,22	0,022	0,0003	–	–	0,22
	0,0004	–	0,006	–	–	–	0,042	–	–	–	–	0,0	0,10	0,0002	–	–	0,11

Примечание. [18] – в числителе – техногенная зона, в знаменателе – контроль.

Таблица 3
Содержание макроэлементов в надземной части
Ach. millefolium, мг/кг сухого сырья

Регион	Mg	Na	K	Ca
Растения суши(кларк)[23]	3200	1200	11000	15000
Сем. <i>Asteraceae</i> [12]	2450	6500	13200	8500
Россия [15]	2600	–	35900	11800
Калужская обл. [14]	1740	13	21950	7880
Московская обл.[14]	2160	14	19157	7150
Красноярский край	[33]	1160	800	16180
	[9]	–	4	159
Кемеровская обл.[21]	70-2985	–	–	77-1990
Польша [39]	2-4	–	–	9-15
Новосибирская обл.[16]	1806	214	28544	10130

Таблица 4
Содержание ХЭ в надземной части
Ach. millefolium, мг/кг сухого сырья

Регион	Условия	Pb	Cd	Zn
Волгоград.обл.[28]	рекр.зоны	0,35-0,76	–	19-36
Пермский кр.[2]	–	0,7-1,7	0,04-0,30	–
Литва [24]	1-10 м от дороги	1,2-6,0 (4,6-21,3)	0,06-0,70 (0,02-0,11)*	164-1607 (2,0-36,5)
	100-400 м от дороги	0,5-1,4 (2,6-6,4)	0,04-0,15 (0,03-0,15)	65-293 (2,0-22,7)
	контроль	1,2-1,5 (4,0)	0,34-3,06 (0,03)	218-306 (11,7)
Дагестан [26]	вдоль автотрасс	1,0-4,9 (1,7-19,6)	0,02-0,29 (0,15-3,20)	4-9 (6,9-32,0)
	контроль	0,6-0,6 (3,9-4,6)	0,02-0,10 (0,01-0,01)	7-12 (13,0-14,0)

Примечание. * – в работе [24] содержание Cd в почвах на расстоянии 1-3 м от магистрали, обозначенной № 2, составляет 40 мг/кг, что на три порядка выше, чем все остальные значения, в растениях подобного повышения нет. Содержание ХЭ в почве: [24] – экстрагент 10 % HCl, [26] – экстрагент 1 М HCl.

др. [33], ссылка на которую отсутствует в списке литературы. Автор делает вывод о необходимости установления содержания ХЭ во всех лекарственных растениях современными методами с указанием источника образца по времени и территории. Но даже в одном и том же регионе исследователи получают значительно отличающиеся данные.

Так, в двух статьях по Оренбургской области [6, 18], содержание свинца в контрольной зоне составляет 0,143 мг/кг и 408 мг/г. Учитывая единицы измерения мг/г, разница составит 7 порядков (при кларке в растениях суши 2,5 мг/кг [23]). Даже если предположить, что в статье допущена опечатка, и авторы привели содержание в мг/кг, разница более чем существенная. Если содержание выражено в мкг/г, то возникают аналогичные вопросы при сравнении концентраций других ХЭ, например, меди – 0,161 мг/кг и 7,4 мг/г соответственно.

Еще один пример – три статьи по содержанию ХЭ в *Ach. millefolium*, произрастающем в Красноярском крае, опубликованы в третьем номере журнала «Химия растительного сырья»

В работе [14] сравниваются данные по содержанию ХЭ в растениях Калужской и Московской областей, Красноярского края, окрестностей химического комбината «Стерлитамак» и по книге [4], при этом обнаружены существенные отличия в содержания Hg, Cu, Fe и Na (на порядки). Но данные, приведенные Т. Г. Гончаровой [4], совпадают со значениями коэффициентов биологического накопления, приводимыми М. Я. Ловковой и др. [15], несколько некорректно сравнивать с ними количество ХЭ. Кроме того, содержание ХЭ в растениях Красноярского края полностью соответствует данным Н. В. Шаталиной и др. [15], несколько некорректно сравнивать с ними количество ХЭ. Кроме того, содержание ХЭ в растениях Красноярского края полностью соответствует данным Н. В. Шаталиной и др. [15], несколько некорректно сравнивать с ними количество ХЭ.

за 2002 г., в них приводятся данные совместных исследований [9, 10, 33]. Содержание меди: 155,33 мг/100 г, т.е. 1553,3 мг/кг [33], 9,6 и 12,5 мг/кг [10], 0,13 (единицы измерения в таблице не указаны, но в примечании отмечено, что «следы – менее 0,001 мг/кг», поэтому можно предположить, что и в таблице мг/кг) [9] – тот же объект, тот же район, те же исследователи. При этом в работе [10] сделан вывод, что содержание меди может достигать 4 ПДК (ссылка на литературный источник либо значение ПДК не приведено), цинка – 8, свинца – 9, кадмия – 7 ПДК. В работе же [9] указано, что содержание свинца, кадмия, мышьяка и ртути не превышает сотых долей ПДК.

С применением значений ПДК для оценки загрязнения вообще часто возникает путаница. Так, в работе В. В. Семеновой [26] для извлечения подвижной формы ХЭ из почв используется 1 М HCl, но полученные содержания цинка и свинца сравниваются с ПДК для ацетатно-аммонийного буферного раствора с рН 4,8 по ГН 2.1.7.2041-06, кадмия – с ОДК валовой формы по ГН 2.1.7.2511-09; из чего следует вывод о превышении ПДК. В статье Ю. Г. Поцепай и др. [22] содержание ХЭ в растениях сравнивается с ОДК валовой формы в почвах по ГН 2.1.7.2511-09.

Для лекарственного растительного сырья до сих пор не разработаны нормативные документы, определяющие предельно допустимые концентрации ХЭ. Авторы обычно используют СанПиН для продовольственного сырья и пищевых продуктов – 42-123-4089-86, 2.3.2.560-96 и 2.3.2.1078-01. Приводимые в данных документах ПДК для ХЭ полностью совпадают, хотя в последнем издании уже не нормируется содержание меди и цинка. При этом исследователи, даже получая достаточно близкие данные по содержанию ХЭ в ЛРС, зачастую приходят к принципиально разным выводам об экологической чистоте сырья. Это связано с тем, что для сравнительной оценки используются не только ПДК для чая или БАД на растительной основе, которые несколько отличаются между собой по допустимому содержанию свинца (10 и 6 мг/кг соответственно) и мышьяка (1,0 и 0,5 мг/кг) и совпадают по содержанию кадмия (1 мг/кг) и ртути (0,1 мг/кг), но и ПДК для сушеных овощей и фруктов – и в этом случае очень часто выявляются «загрязнения», которых в действительности нет. Так, в СанПиН 2.3.2.1078-01 содержание ХЭ в сухих овощах и фруктах (п. 1.6.2) оценивается по п. 1.6.1 (свежие и свежемороженые овощи и т.д.), в котором приведены следующие значения: Pb – 0,5; Cd – 0,03; As – 0,2 и Hg – 0,02 мг/кг **сырого вещества** и сделано примечание: ***в пересчете на исходный продукт с учетом содержания сухих веществ в нем и в конечном продукте**. Вот на это примечание авторы зачастую не обращают внимания и приходят к выводам о загрязнении ЛРС, в том числе *Ach. millefolium* [27, 30 и др.].

В работе Н. Савицкене и др. [24] авторы говорят о превышении ПДК в образцах сухого сырья всех видов, но используют ПДК, принятые в Германии для овощной продукции, т.е. в

расчете на сырое вещество. Если принять это во внимание, то получится, что большинство исследованных проб соответствуют нормативным требованиям, а отдельные превышения ПДК по свинцу и кадмию отмечаются как на расстоянии 1-3 м от автотрасс, так и на расстоянии 120 м, а также в «фоновой» зоне. В. В. Семенова [26] отмечает, что сбор ЛРС нужно производить вдали от автотрасс даже с низкой интенсивностью движения, но при этом содержание цинка в растениях на фоновых территориях даже несколько больше, а максимальные концентрации ХЭ не превышают ПДК по СанПиН 2.3.2.1078-01.

Заключение

Сравнение литературных данных не позволяет выявить какую-либо связь между содержанием ХЭ и природно-климатическими условиями, уровнем техногенного воздействия и другими факторами. При этом причиной является не широкий спектр используемых методов анализа, а наблюдаемая значительная разница в результатах, полученных одной и той же группой исследователей в том же самом регионе. Во избежание этого необходимы разработка и внедрение государственных и отраслевых стандартных растительных образцов, аттестованных на максимально расширенный спектр ХЭ. Исследователи приходят к выводам как о допустимости использования исследованного ЛРС, так и о невозможности; говорят о чистоте сырья и его загрязненности; отмечают, что загрязнения могут носить случайный характер, и выявляют виды, накапливающие какие-либо ХЭ; при этом сравнение с ПДК зачастую проводится некорректно.

Не следует забывать и о том, что для заключения о возможности использования ЛРС, собранного на техногенно загрязненных и антропогенно измененных территориях, необходимы исследования не только элементного химического состава, но и определение количества радионуклидов, а также оценка соответствия требованиям других нормируемых характеристик – влажности, зольности, биологически активных веществ и т.п.

Список литературы

1. Алексеенко В. А. Основные факторы накопления химических элементов организмами // Соросовский образовательный журнал. – 2001. – Т. 7. – № 8. – С. 20-24.
2. Белоногова В. Д. Ресурсы, экологическая безопасность и фитохимические исследования дикорастущих лекарственных растений Пермского края: Автореф. дис. ... д-ра фарм. наук. – Пермь, 2009. – 40 с.
3. Власов А. С., Белоногова В. Д., Курицын А. В. Оценка экологической безопасности лекарственного растительного сырья некоторых районов Пермского края // Современные

проблемы науки и образования. – 2014. – № 5. – URL: www.science-education.ru/119-15027 (дата обращения: 29.07.2015).

4. Гончарова Т. А. Энциклопедия лекарственных растений. Лечение травами. – М.: Дом МСП, 1997. – Т. 2. – 528 с.
5. Гравель И. В. и др. Степень извлечения тяжелых металлов из лекарственного сырья *Achillea millefolium* L. и *Glycyrrhiza Uralfnis* Fisch. в настои и отвары // Растительные ресурсы. – 1994. – № 3. – С. 79-84.
6. Гусев Н. Ф., Петрова Г. В., Злобина Ю. М. Влияние угольного разреза на особенности элементного состава *Achillea millefolium* L. // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2013. – № 4 (42). – С. 201-203.
7. Егорова И. Н. и др. Содержание тяжелых металлов в тысячелистнике обыкновенном, произрастающем на территории Кемеровской области // Фундаментальные исследования. – 2009. – № 7. – С. 80-82.
8. Егорова И. Н. Содержание тяжелых металлов и радионуклидов в сырьевых лекарственных растениях Кемеровской области: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Томск, 2010. – 21 с.
9. Ефремов А. А., Макарова Л. Г., Шаталина Н. В., Первышина Г. Г. Минеральные вещества – основа снижения антропогенного воздействия окружающей среды на организм человека // Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 65-68.
10. Ефремов А. А., Шаталина Н. В., Стрижева Е. Н., Первышина Г. Г. Влияние экологических факторов на химический состав некоторых дикорастущих растений Красноярского края // Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 53-56.
11. Загурская Ю. В. и др. Качество сырья лекарственных растений при выращивании в антропогенно нарушенных регионах Западной Сибири на примере *Hypericum perforatum* L. и *Leonurus quinquelobatus* Gilib // Химия растительного сырья. – 2013. – № 4. – С. 141-150.
12. Ильин В. Б. Элементный химический состав растений. – Новосибирск: Наука, 1985. – 129 с.
13. Карavaев Н. Г. Экологическая оценка техногенного загрязнения лекарственного растительного сырья в промышленных центрах Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Уфа, 1995. – 18 с.
14. Комаров Б. А. Что известно о тысячелистнике? http://www.treskunov.ru/fitohitodezi/komarov_tsyachelistnik.html.
15. Ловкова М. Я., Рабинович А. М., Пономарева С. М. Почему растения лечат. – М.: Наука, 1990. – 290 с.

16. Мяделец М. А., Сиромля Т. И., Черевко А. С. Характеристика элементного состава *Achillea millefolium* L. антропогенных экосистем г. Новосибирска // Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии / Труды IX Международной биогеохимической школы. – Барнаул, 2015. – Т. 2. – С. 273-276.
17. Немерешена О. Н., Гусев Н. Ф., Филиппова А. В. Анатомо-морфологические изменения тысячелистника обыкновенного в техногенной зоне // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2014. – № 4. – С. 158-161.
18. Немершина О. Н., Гусев Н. Ф. К вопросу о содержании микроэлементов в сырье перспективных видов лекарственных растений Южного Предуралья // Вестник ОГУ. Приложение Биоэлементология. – 2006. – № 12. – С. 167-168.
19. Ноздрюхина Л. Н., Гринкевич Н. И. Нарушение микроэлементного обмена и пути его коррекции. – М.: Наука, 1980. – 280 с.
20. Пименова М. Е., Коновалов Д. А., Нестерова Т. А. Изучение ресурсно-фитохимических ценопопуляций тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.) // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. – 2003. – № 2. – С. 225-227.
21. Попов А. И. Влияние почвы на элементный состав *Achillea millefolium* L. // Растительные ресурсы. – 1994. – Т. 30. – Вып. 1-2. – С. 108-120.
22. Поцепай Ю. Г., Анищенко Л. Н., Мокрогузова В. Н. Эксплуатационные запасы и химические показатели лекарственных растений на территории Брянской области // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н. И. Вавилова. Естественные науки. – 2013. – № 3. – С. 36-38.
23. Романкевич Е. А. Живое вещество Земли (биогеохимические аспекты проблемы) // Геохимия. 1988. – № 2. – С. 292-306.
24. Савицкене Н. и др. Содержание тяжелых металлов в лекарственных растениях растений из разных придорожных зон в Литве // Растительные ресурсы. – 1993. – Вып. 4. – С. 23-30.
25. Самсонова О. Е. Биоэлементы Mn, Cu, Zn в некоторых полезных и ядовитых растениях Ставрополя // Вестник ОГУ. Приложение Биоэлементология. – 2006. – № 12. – С. 217-219.
26. Семенова В. В. Содержание тяжелых металлов в растениях тысячелистника обыкновенного в условиях антропогенного воздействия // Труды Института геологии Дагестанского научного центра РАН. – 2014. – № 63. – С. 179-182.
27. Спирова С. Н. Исследование содержания примесных элементов (кадмий, свинец, ртуть) в лекарственных средствах и сырье природного происхождения: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – М., 1995. – 24 с.

28. Стрекалова А. Н. Обоснование технологии сбора лекарственных растений в условиях современной экологической ситуации (на примере Волгоградской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Волгоград, 2007. – 22 с.
29. Сысо А. И. Использование отношения Cr:Ni в мониторинге загрязнения природной среды // Агрохимия. – 1998. – № 4. – С. 76-83.
30. Танцерева И. Г. Эколого-фармакогнозическое исследование некоторых лекарственных растений Кемеровской области: Автореф. дис. ... канд. фарм. наук. – Томск, 2004. – 24 с.
31. Шапурко В. Н. Ресурсы и экологические качество лекарственных растений (на примере Брянской области): Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Брянск, 2014. – 24 с.
32. Шапурко В. Н. Ресурсы и экологические качество лекарственных растений (на примере Брянской области): дис. ... канд. биол. наук. – Брянск, 2014. – 201 с.
33. Шаталина Н. В. и др. Содержание некоторых биологически активных веществ в траве тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium*), произрастающего в Красноярском крае // Химия растительного сырья. – 2002. – № 3. – С. 13-16.
34. Шмыглева А. В. Экологическая политика Кузбасса: История проблемы (70-80-е годы) // ЭКО-бюллетень ИнЭКА. – 2002. – № 7(10). – С. 78-81.
35. Georgieva L., Gadjalova A., Mihaylova D., Pavlov A. *Achillea millefolium* L. – phytochemical profile and *in vitro* antioxidant activity // International Food Research Journal. – 2015. – Vol. 22(4). – P. 1347-1352.
36. Moloudizargari M. et al. A Current Update on the Phytopharmacological Aspects of *Achillea millefolium* // Journal of Farmaceutical and Biomedicinal Sciences. – 2014. – 04(04). – P. 310-317.
37. Radanovic D., Antic-Mladenovic S., Jakovljevic M. Influence of Some Soil Characteristics on Heavy Metal Content in *Hypericum perforatum* L. and *Achillea millefolium* L. // Acta Hort. – 576. – P. 295-301.
38. Remigius Ch., Hanneliese M., Chlodwig F. Monitoring of metallic micronutrients and heavy metals in herbs,spices and medicinal plants from Austria // Eur. Food Res. Technol. – 2003. – 216. – P. 407-411.
39. Szymanski M. et al. Effect of Trace Elements on Polyphenolic Compounds in *Millefolii* Herba // Pol. J. Environ. Stud. – Vol. 23. – № 2. – 2014. – P. 459-466.

Рецензенты:

Неверова О. А., д.б.н., профессор, зав. лабораторией экологического биомониторинга, ФГБУН Институт экологии человека СО РАН, г. Кемерово;

Свидерский А. К., д.х.н., профессор, директор Инженерной академии, МОН РК
Инновационный Евразийский университет, г. Павлодар.