

УДК 633.8: 631.95 (574.4+571.14)

СОДЕРЖАНИЕ ЦИНКА, МЕДИ И КАДМИЯ В РАЗЛИЧНЫХ ВИДАХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ В ПОЙМАХ РЕК ИРТЫША И ОБИ

Я. И. Попп, аспирант
Т. И. Бокова, доктор биологических наук, профессор
Новосибирский государственный аграрный
университет, Новосибирск, Россия
E-mail: y.aspirant@mail.ru

Ключевые слова: лекарственные
растения, тяжелые металлы,
цинк, медь, кадмий, concentra-
ция, пойма реки

Реферат: Для выявления безопасности использования лекарственных растений в лечебных целях исследованы уровни содержания тяжелых металлов, а именно, цинка (Zn), меди (Cu), кадмия (Cd) в лекарственных растениях, произрастающих в поймах рек Иртыша (г. Семей, р.п. Озёрки) и Оби (г. Бердск). В исследованиях, проведенных в 2013–2016 гг., задействованы полевые и лабораторные методы. Как показали результаты исследований, содержание цинка колеблется от 14,2 до 80,7 мг/кг и в среднем составляет 44,3 мг/кг; меди – от 2,0 до 9,7 при среднем значении 5,6; концентрация кадмия – от 0,05 до 0,39, в среднем 0,18 мг/кг. По полученным данным, содержание тяжелых металлов в среднем составляет для Zn – 44,3 мг/кг; Cu – 5,6; Cd – 0,18 мг/кг. Но в некоторых видах лекарственных растений, а именно, в кровохлебке лекарственной *Sanguisorba officinalis* L. (Zn = 75,8 мг/кг), ромашке аптечной *Matricaria recutita* L. (Zn = 72,6 мг/кг), пижме обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. (Cu = 9,3 мг/кг, Cd = 0,29 мг/кг), доннике лекарственном *Melilotus officinalis* L. Desr. (Cu = 9,1 мг/кг, Cd = 0,27 мг/кг) наблюдается превышение предельно допустимых значений вне зависимости от участка, зоны поймы. Можно сделать вывод о том, что данные виды лекарственных растений являются концентраторами тяжелых металлов (пижма обыкновенная и донник лекарственный являются концентраторами сразу двух тяжелых металлов – Cu и Cd) и не могут быть рекомендованы к применению. Также выявлены виды с минимальной концентрацией элементов – солодка голая *Glycyrrhiza glabra* L. и цикорий обыкновенный *Cichorium intybus* L. (Zn = 17,3 мг/кг), девясил высокий *Inula helenium* L. (Cu = 2,3 мг/кг), полынь горькая *Artemisia absinthium* L. (Cu = 2,6 мг/кг), одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg. и клевер луговой *Trifolium pratense* L. (Cd = 0,12 мг/кг). Данные виды лекарственных растений следует рекомендовать для сбора, заготовки и применения, так как их употребление в медицинских целях не представляет риска для здоровья.

CONCENTRATION OF ZINC, CUPRUM AND CADMIUM IN DIFFERENT TYPES OF MEDICAL PLANTS GROWING IN THE IRTYSH AND OB FLOODPLAINS

Popp Ia. I., PhD-student
Bokova T.I., Dr. of Biological Sc., Professor
Novosibirsk State Agrarian University, Novosibirsk, Russia

Key words: medical plants, heavy metals, zinc, Cuprum, Cadmium, concentration, floodplain.

Abstract: The researchers explored the concentration of heavy metals (Zn, Cu and Cd) in medical plants growing in the floodplains of the Irtysh (Semey, Ozerki) and the Ob (Berds) in order to investigate the effect of medical plants in the sphere of treatment. The research was carried out in 2013-2016 by means of field and laboratory methods. The research has shown that zinc concentration varies from 14.2 to 80.7 mg/kg and averaged 44.3 mg/kg; cuprum concentration varied from 2.0 to 9.7 and averaged 5.6; cadmium concentration varied from 0.05 to 0.39 and averaged 0.18 mg/kg. The average data on heavy metals concentration is Zn – 44.3 mg/kg; Cu – 5.6; and Cd – 0.18 mg/kg. The researchers observed the excess of maximum permissible

levels regardless the plot of the floodplain in some kinds of medical plants as garden burnet (*Sanguisorba officinalis* L. (Zn = 75.8 mg/kg), horse gowan *Matricaria recutita* L. (Zn = 72.6 mg/kg), common tansy *Tanacetum vulgare* L. (Cu = 9.3 mg/kg, Cd = 0.29 mg/kg), melilot *Melilotus officinalis* L. Desr. (Cu = 9.1 mg/kg, Cd = 0.27 mg/kg). The authors make conclusion that these medical plants concentrate heavy metals (common tansy and melilot concentrate both Cu and Cd) and cannot be recommended for application. The paper highlights the varieties with minimal concentration of heavy metals: common licorice *Glycyrrhiza glabra* L. and wild chicory *Cichorium intybus* L. (Zn = 17.3 mg/kg), alant *Inula helenium* L. (Cu = 2.3 mg/kg), absinth sage *Artemisia absinthium* L. (Cu = 2.6 mg/kg), milk gowan *Taraxacum officinale* Wigg. and cow clover *Trifolium pratense* L. (Cd = 0.12 mg/kg). These medical plants should be recommended for harvesting, storage and application as their higher application in treatment is not risky for health.

Увеличивающееся из года в год химическое загрязнение распространяется на все среды – воду, воздух, почву и создает принципиально новые условия для существования, отличные от тех, к которым в течение тысячелетий были адаптированы растения, животные и человек. Наступила стадия взаимодействия между обществом и природой, на которой до предела обострились противоречия между экономикой и экологией. Этот факт вызывает тревогу. Многочисленные данные свидетельствуют о том, что экологический фактор существенно влияет на элементный химический состав растений. Адаптационные механизмы затронули не только человека, как основного участника антропогенной деятельности, но и растительный и животный мир. По мнению многих учёных, именно растения являются основным звеном экологической цепочки, связывающей в пищевом отношении, природной интеграции все объекты биосферы. Поглощение растениями различного рода токсичных элементов, в том числе тяжёлых металлов (ТМ), наиболее опасно [1].

Тяжелые металлы могут поступать в лекарственные растения в результате антропогенного загрязнения окружающей среды (промышленные выбросы, сбросы и отходы, транспорт, применение минеральных и органических удобрений, мелиорантов, средств защиты растений), а также различных природных процессов (выветривания горных пород и минералов, эрозии почв, вулканической деятельности, тектонических сдвигов, лесных и степных пожаров) [2]. Экологические исследования лекарственных растений начались в 60-е годы прошлого века в Германии. Именно в них было установлено, что содержание ТМ в лекарственном растительном сырье (ЛРС) может достигать более высоких концентраций, чем в пищевых продуктах, что и послужило причиной изучения этой проблемы в разных странах.

В настоящее время ТМ обнаруживаются практически во всех элементах биосферы, а поступление их в организм человека может нанести вред

здоровью. Однако в Государственной Фармакопее РФ XI издания показатель, регламентирующий содержание тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье (ЛРС), до настоящего времени отсутствует.

В растения тяжелые металлы поступают из почв и атмосферы в результате пылевого загрязнения. Из почвы поступают Cd, Cu, Zn, которые аккумулируются в тканях растений. В почве тяжелые металлы могут поступать со сточными водами (Zn, Cr, Pb, Hg и в меньшей степени Cd). Тяжелые металлы обладают неодинаковой способностью к накоплению в растениях, например, легко поглощается Cd; Zn, Cu – в меньшей степени; Mn, Ni – слабо; труднодоступны растениям Fe и другие элементы. Поэтому проблема содержания тяжелых металлов в лекарственном растительном сырье привлекает внимание исследователей во всем мире [3].

Употребление лекарственных растений, собранных на загрязнённых территориях, может угрожать здоровью населения, негативно влияя на работу внутренних органов и физиологические процессы, протекающие в них. Из лекарственного сырья тяжёлые металлы переходят в лекарственные формы, а затем поступают в организм человека [4].

Производство гомеопатических лекарственных средств (ГомЛС) должно руководствоваться требованиями, изложенными в правилах GMP. Система обеспечения качества при производстве гомеопатических лекарственных средств определяется на всех этапах производства и отражается в «Руководстве по качеству». Политика в области качества и менеджмент системы качества должны учитывать особенности гомеопатической технологии производства и полностью гарантировать выпуск качественной продукции [5].

Поэтому проблема экологической чистоты лекарственных растений становится особенно актуальной и выдвигает одну из актуальных задач:

увеличение контроля качества растительного сырья с учётом содержания тяжёлых металлов.

Лечение растениями (фитотерапия) и фитопрепаратами в последнее время получило широкое признание в научной медицине. Это дало толчок к резкому увеличению потребности в лекарственном растительном сырье и вызвало необходимость более пристального изучения естественных ресурсов лекарственных растений, организации их заготовок, охраны и воспроизводства на научной основе.

Проблема сохранения и использования растительных экосистем как природного защитного фактора на благо человека приобрела глобальный характер, и поэтому пользование растительным миром как возобновляемым ресурсом может и должно быть неистощительным [6].

Исследования в данном направлении могут послужить основой для получения сведений, которые могут быть использованы в фармацевтике, занимающейся реализацией лекарственного сырья, для дальнейшего мониторинга содержания тяжёлых металлов в лекарственных растениях пойм Иртыша и Оби, для создания и пополнения соответствующих баз данных, и, кроме того, в учебных заведениях, при чтении лекций студентам биологических, химических и экологических специальностей по дисциплинам «Учение об окружающей среде», «Экология растений», «Экология почв», «Мониторинг окружающей среды» и многим другим.

Цель данного исследования – экологическая оценка лекарственных растений пойм Иртыша и Оби для определения безопасности их использования в лечебных и профилактических целях в зависимости от видовых, морфологических и систематических особенностей, а также от условий произрастания.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являются 19 видов лекарственных растений, относящихся к 9 семействам, собранных на различных участках пойм рек Иртыша [7] (на территории Восточно-Казахстанской области) и Оби [8] (на территории Новосибирской области), а также почвы, на которых они произрастают.

Для проведения эксперимента и достижения поставленной цели было отобрано и проанализировано около 342 растительных и 18 почвенных

образцов на различных участках пойм Иртыша и Оби. Латинское название лекарственных растений дано по С.К. Черепанову [9]. При определении растений использовался иллюстрированный определитель М.С. Байменова [10].

Для детального изучения выбраны цинк [11], медь [12] и кадмий [13], являющиеся тяжёлыми металлами и относящиеся к числу наиболее приоритетных загрязнителей Восточно-Казахстанской и Новосибирской областей. Цинк и медь относятся к истинным биоэлементам, они всегда присутствуют в почвах, растениях, тканях живых организмов и участвуют в разнообразных метаболических реакциях. Кадмий является известным токсикантом, канцерогеном и мутагеном.

В 2013–2016 гг. проведены комплексные работы по исследованию накопления и распределения ТМ (меди, цинка, кадмия) в почвах и лекарственных растениях в природных условиях. Отбор растительных и почвенных образцов, их хранение, обработка и подготовка к анализу проводились в соответствии с общепринятыми методическими указаниями и рекомендациями.

Исследования проводились на базе лаборатории кафедры экологии и защиты окружающей среды при ГУ им. Шакарима г. Семей (Казахстан). Все аналитические исследования проведены в аттестованных и аккредитованных лабораториях.

Результаты исследований обработаны методом вариационной статистики. Статистическую обработку данных проводили по общепринятым методикам [14] с помощью пакета анализа данных программы Microsoft Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Работы многих исследователей свидетельствуют о том, что между химическим составом растений и элементным составом среды существует несомненная связь, а основная масса химических элементов поступает в растения из почв. Тяжёлые металлы поступают в растение несколькими путями: из почвы, воздуха, поверхностных и грунтовых вод.

Как показали результаты исследований, содержание цинка колеблется от 14,2 до 80,7 мг/кг и в среднем составляет 44,3 мг/кг; меди – от 2,0 до 9,7 при среднем значении 5,6; кадмия – от 0,05 до 0,39, в среднем 0,18 мг/кг.

Содержание химических элементов в лекарственных растениях определяется их видо-

выми, морфологическими и систематическими особенностями, а также условиями произрастания.

Содержание цинка, меди и кадмия в общей совокупности в различных видах лекарственных растений представлено в табл. 1.

Таблица 1

Содержание цинка, меди и кадмия в различных видах лекарственных растений (n=9) поймы

Иргыша и Оби, мг/кг

The concentration of zinc, copper and cadmium in different medical plants (n=9) of the Itrysh and the Ob floodplains, mg / kg

Вид растения	lim, мг/кг	Cv, %	О, мг/кг
1	2	3	4
Цинк			
Василек синий (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	33,80± 1,36	6,98	2,36
Девясил высокий (<i>Inula helenium</i> L.)	45,50± 1,74	6,62	3,01
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	50,70± 1,51	5,17	2,62
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	62,10±1,39	3,88	2,41
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	53,50± 1,57	5,02	2,71
Ромашка аптечная (<i>Matricaria recutita</i> L.)	72,60± 1,62	3,86	2,80
Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	17,30± 0,86	8,55	1,48
Черда трехраздельная (<i>Bidens tripartita</i> L.)	53,60± 1,45	4,68	2,51
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L. Desr.)	62,40± 1,45	4,01	2,50
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	27,90± 1,36	8,46	2,36
Солодка голая (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	17,30± 0,79	7,86	1,36
Кровохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	75,80± 1,08	2,45	1,86
Лапчатка прямостоячая (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.)	39,60± 1,59	6,94	2,75
Валериана лекарственная (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	17,90± 1,25	12,00	2,16
Горец перечный (<i>Polygonum hydropiper</i> L.)	38,10± 1,11	5,04	1,92
Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	61,90 ±1,12	3,12	1,93
Мята перечная (<i>Mentha piperita</i> L.)	57,90± 1,45	4,32	2,50
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	55,90± 2,03	6,29	3,52
Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	17,70± 0,82	7,97	1,41
Медь			
Василек синий (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	3,40± 0,15	7,65	0,26
Девясил высокий (<i>Inula helenium</i> L.)	2,30± 0,17	13,04	0,30
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	2,80± 0,13	7,86	0,22
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	9,30±0,18	3,44	0,32
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	2,60± 0,22	8,46	0,22
Ромашка аптечная (<i>Matricaria recutita</i> L.)	8,20± 0,15	3,17	0,26
Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	4,60± 0,15	5,65	0,26
Черда трехраздельная (<i>Bidens tripartita</i> L.)	3,30± 0,15	7,88	0,26
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L. Desr.)	9,10± 0,18	3,41	0,31
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	6,40±0,15	4,06	0,26
Солодка голая (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	4,80± 0,23	8,33	0,40
Кровохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	8,50± 0,15	3,06	0,26
Лапчатка прямостоячая (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Raeusch.)	5,30± 0,17	5,66	0,30
Валериана лекарственная (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	7,40± 0,17	4,05	0,30
Горец перечный (<i>Polygonum hydropiper</i> L.)	3,20± 0,21	11,30	0,36
Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	8,40±0,23	4,64	0,39
Мята перечная (<i>Mentha piperita</i> L.)	5,00± 0,09	3,20	0,16

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	4,30± 0,17	6,98	0,30
Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	7,10± 0,15	3,66	0,26
Кадмий			
Василек синий (<i>Centaurea cyanus</i> L.)	0,170± 0,010	11,80	0,02
Девясил высокий (<i>Inula helenium</i> L.)	0,180± 0,020	16,70	0,03
Одуванчик лекарственный (<i>Taraxacum officinale</i> Wigg.)	0,120± 0,010	16,70	0,02
Пижма обыкновенная (<i>Tanacetum vulgare</i> L.)	0,290± 0,010	6,89	0,02
Полынь горькая (<i>Artemisia absinthium</i> L.)	0,130± 0,006	7,69	0,01
Ромашка аптечная (<i>Matricaria recutita</i> L.)	0,190± 0,010	10,50	0,02
Цикорий обыкновенный (<i>Cichorium intybus</i> L.)	0,160± 0,020	18,80	0,03
Черёда трехраздельная (<i>Bidens tripartita</i> L.)	0,150± 0,006	6,70	0,01
Донник лекарственный (<i>Melilotus officinalis</i> L. Desr.)	0,270± 0,010	7,40	0,02
Клевер луговой (<i>Trifolium pratense</i> L.)	0,120± 0,006	8,30	0,01
Солодка голая (<i>Glycyrrhiza glabra</i> L.)	0,130± 0,006	7,70	0,01
Кровохлебка лекарственная (<i>Sanguisorba officinalis</i> L.)	0,170± 0,010	11,80	0,02
Лапчатка прямостоячая (<i>Potentilla erecta</i> (L.) Racusch.)	0,180± 0,006	5,60	0,01
Валериана лекарственная (<i>Valeriana officinalis</i> L.)	0,210± 0,010	9,50	0,02
Горец перечный (<i>Polygonum hydropiper</i> L.)	0,220± 0,010	9,10	0,02
Крапива двудомная (<i>Urtica dioica</i> L.)	0,240± 0,010	8,30	0,02
Мята перечная (<i>Mentha piperita</i> L.)	0,150± 0,006	6,70	0,01
Подорожник большой (<i>Plantago major</i> L.)	0,180± 0,010	11,10	0,02
Тмин обыкновенный (<i>Carum carvi</i> L.)	0,220± 0,020	13,60	0,03

Разные виды лекарственных растений обладают селективной способностью к накоплению ТМ (рис. 1–3). Выявлены виды лекар-

ственных растений с максимальным и минимальным содержанием химических элементов (табл. 2).

Таблица 2

Виды растений пойм Иртыша и Оби с минимальным и максимальным уровнем содержания цинка, меди и кадмия (мг/кг)

The types of the plants growing in the floodplains of the Irtysh and the Ob floodplains with minimal and maximum concentration of zinc, copper and cadmium (mg/kg)

Элемент	Виды с минимальным содержанием элемента	Виды с максимальным содержанием элемента
Цинк	Цикорий обыкновенный (17,3)	Кровохлебка лекарственная (75,8)
	Солодка голая (17,3)	Ромашка аптечная (72,6)
	Тмин обыкновенный (17,7)	Донник лекарственный (62,4)
Медь	Девясил высокий (2,3)	Пижма обыкновенная (9,3)
	Полынь горькая (2,6)	Донник лекарственный (9,1)
	Одуванчик лекарственный (2,8)	Кровохлебка лекарственная (8,5)
Кадмий	Одуванчик лекарственный (0,12)	Пижма обыкновенная (0,29)
	Клевер луговой (0,12)	Донник лекарственный (0,27)
	Солодка голая (0,13)	Крапива двудомная (0,24)

Видовая специфика накопления ТМ в растениях при равной концентрации их в почве обусловлена биологическими особенностями: избирательностью поглощения корневыми системами и метаболическими процессами в тканях.

Один и тот же вид растения накапливает разные количества ТМ на разных местообитаниях, что обусловлено различием в содержании и биодоступности элементов в почве.

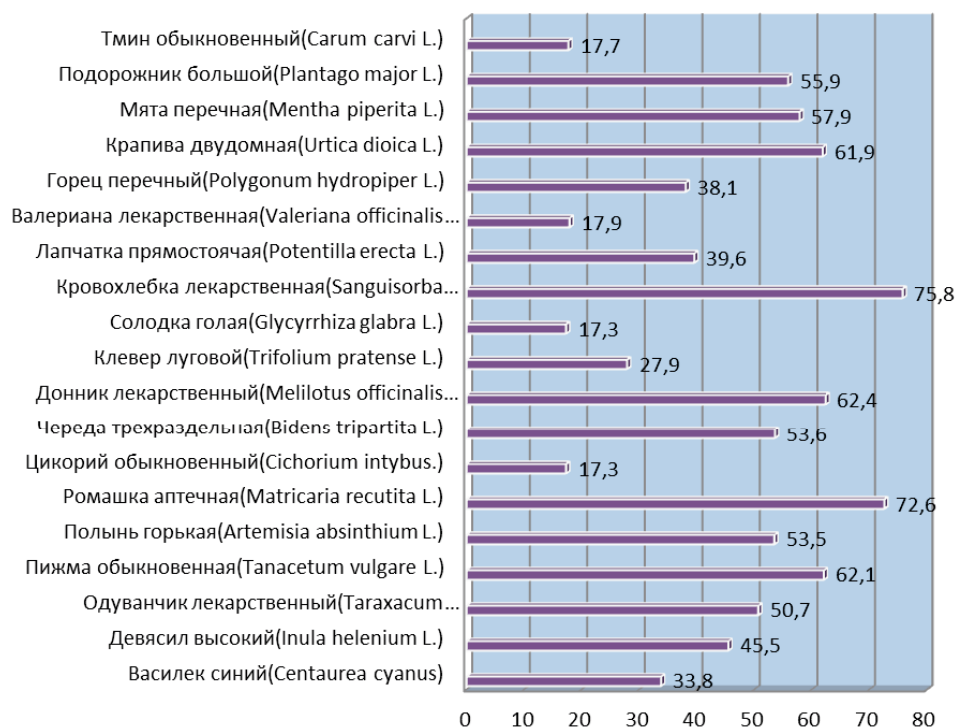


Рис. 1. Содержание цинка в различных видах лекарственных растений пойм рек Иртыша и Оби (мг/кг)

Concentration of zync in different medical plants growing in the floodplains of the Irtysh and the Ob (mg/kg)

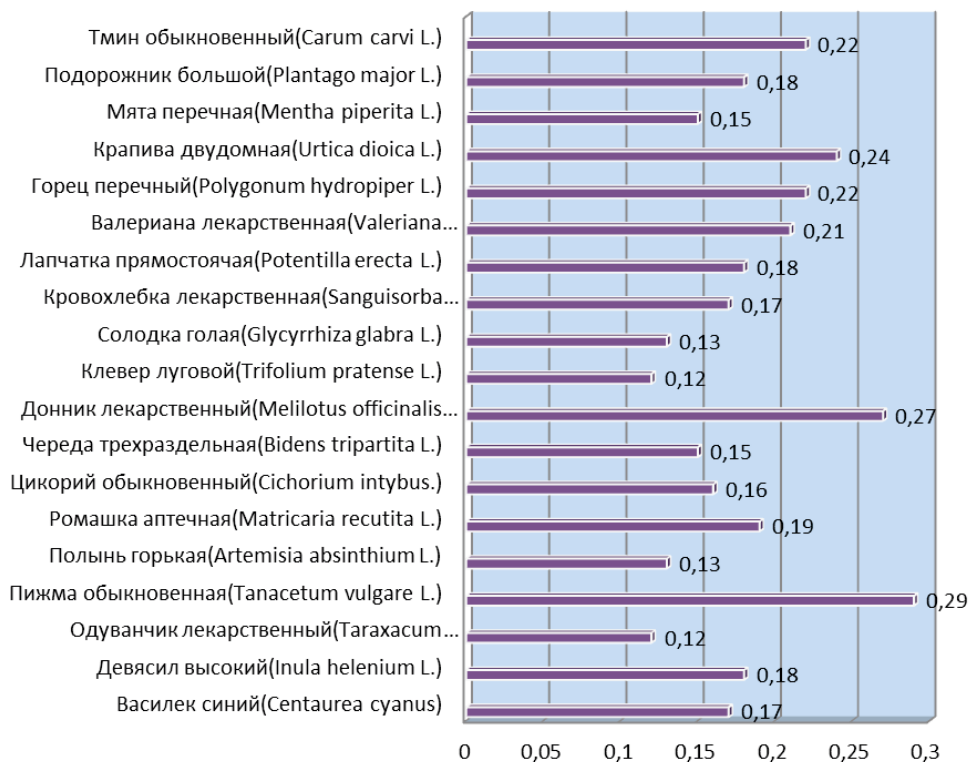


Рис. 2. Содержание меди в различных видах лекарственных растений пойм рек Иртыша и Оби (мг/кг)

Concentration of cadmium in different medical plants growing in the floodplains of the Irtysh and the Ob (mg/kg)

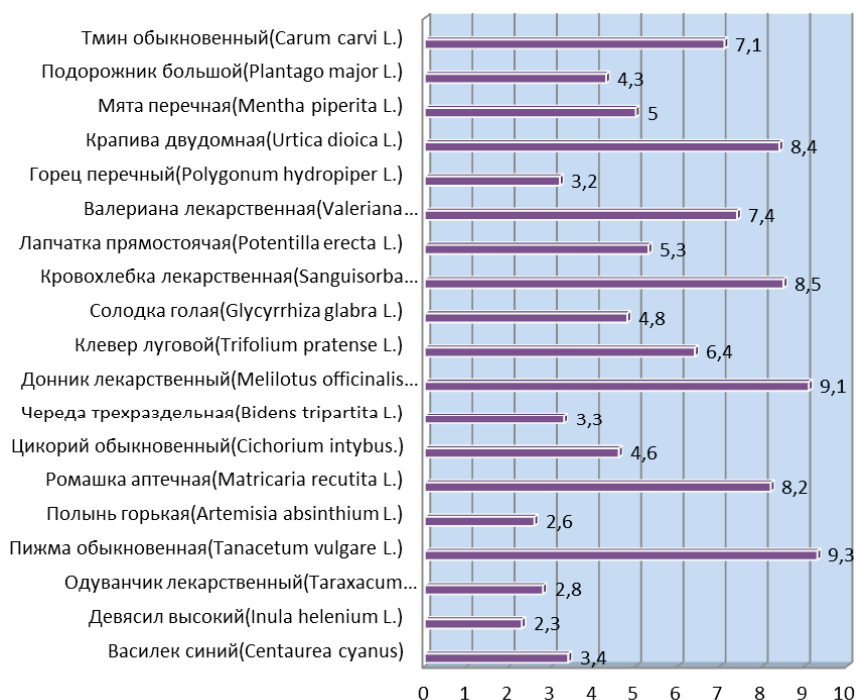


Рис. 3. Содержание кадмия в различных видах лекарственных растений пойм рек Иртыша и Оби (мг/кг)
Concentration of cadmium in different medical plants growing in the floodplains of the Irtysh and the Ob (mg/kg)

Сравнивая полученные данные по содержанию ТМ в растениях пойм рек Иртыша и Оби с уровнем их содержания в растительности разных стран мира и регионов (табл. 3), можно сделать вывод о том, что для лекарственных растений пойм рек Иртыша и Оби характерно повышенное содержание цинка (44,3 мг/кг) и пониженное содержание меди (5,6 мг/кг) и кадмия (0,18 мг/кг).

Таблица 3

Средние уровни содержания ТМ в растительности, мг/кг
Average concentrations of heavy metals in the plants, mg/kg

Элемент	Полученные данные	Зарубежные страны [10]	Обобщенные научные данные [11]
Цинк	44,30	31,00	33,10
Медь	5,60	5,90	8,60
Кадмий	0,18	0,21	–

ВЫВОДЫ

1. В некоторых видах лекарственных растений, а именно, в кровохлебка лекарственной *Sanguisorba officinalis* L. (Zn = 75,8 мг/кг), ромашке аптечной *Matricaria recutita* L. (Zn = 72,6 мг/кг), пижме обыкновенной *Tanacetum*

vulgare L. (Cu = 9,3 мг/кг, Cd = 0,29 мг/кг), доннике лекарственном *Melilotus officinalis* L. Desr. (Cu = 9,1 мг/кг, Cd = 0,27 мг/кг) наблюдается превышение предельно допустимых значений вне зависимости от участка, зоны поймы. Можно сделать вывод о том, что данные виды лекарственных растений являются концентраторами тяжелых металлов (пижма обыкновенная и донник лекарственный являются концентраторами сразу двух тяжелых металлов – Cu и Cd) и не могут быть рекомендованы к заготовке на территории участка поймы реки Иртыш в городе Семей и соответственно их применению.

2. Выявлены виды с минимальной концентрацией элементов – солодка голая *Glycyrrhiza glabra* L. и цикорий обыкновенный *Cichorium intybus* L. (Zn = 17,3 мг/кг), девясил высокий *Inula helenium* L. (Cu = 2,3 мг/кг), полынь горькая *Artemisia absinthium* L. (Cu = 2,6 мг/кг), одуванчик лекарственный *Taraxacum officinale* Wigg. и клевер луговой *Trifolium pratense* L. (Cd = 0,12 мг/кг). Данные виды лекарственных растений следует рекомендовать для сбора, заготовки и применения, так как употребление вышеперечисленных лекарственных растений в медицинских целях не представляет риска для здоровья.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Экология и охрана окружающей среды: толковый терминологический словарь* / С. М. Вишнякова, Г. А. Вишняков, В. И. Алешукин, Н. Г. Бочарова. – М.: Всемир. следопыт, 1998. – 480 с.
2. *Дабахов М. В., Дабахова Е. В., Титова В. И.* Тяжелые металлы: экотоксикология и проблемы нормирования. – Новгород: Нижегород. ГСХА, 2005. – 164 с.
3. *Гравель И. В., Плыкина Е. А.* Сравнительный анализ требований зарубежных фармакопей к качеству лекарственного растительного сырья по содержанию тяжелых металлов // *Традиционная медицина*. – 2010. – № 1 (20). – С. 49–54.
4. *Государственная фармакопея Российской Федерации XII*. – М., 2008. – Ч. 1. – С. 3–5.
5. *Современные требования к производству гомеопатических лекарственных средств* / Н. В. Пятигорская, Н. А. Замаренов, А. Е. Гехт, В. В. Береговых // *Традиционная медицина*. – 2010. – № 1 (20). – С. 8–13.
6. *Ерофеев Б. В.* Экологическое право. – М., 2006. – 384 с.
7. *Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. Вып. 3: Нижний Иртыш и Нижняя Обь* / под ред. Г. Д. Эйрих. – Л.: Гидрометеиздат, 1964. – 432 с.
8. *Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 15: Алтай и Западная Сибирь. Вып. 2: Средняя Обь* / под ред. В. В. Зееберг. – Л.: Гидрометеиздат, 1967. – 351 с.
9. *Черепанов С. К.* Сосудистые растения СССР. – Л.: Наука, 1981. – 510 с.
10. *Байменов М. С.* Флора Казахстана: иллюстрированный определитель семейств и родов. – Алматы: Гылым, 1999. – Т. 1. – 5 с.
11. *Химическая энциклопедия: в 5 т.* – М.: Большая рос. энциклопедия, 1999. – Т. 5. – С. 378.
12. *Медь* // *Энциклопедический словарь юного химика* / сост.: В. А. Крицман, В. В. Станцо. – 2-е изд. – М.: Педагогика, 1990. – С. 138.
13. *Химическая энциклопедия: в 5 т.* – М.: Сов. энциклопедия, 1990. – Т. 2. – С. 280.
14. *Ринькис Г. Я., Рамане Х. К., Куницкая Т. А.* Методы анализа почв и растений. – Рига, 1987. – 174 с.

REFERENCES

1. Vishnyakova S.M., Vishnyakov G.A., Aleshukin V.I., Bocharova N.G. *Ekologiya i okhrana okruzhayushchey sredy: tolkovyy terminologicheskiy slovar* [Ecology and environmental protection: explanatory terminological dictionary]. Moscow: Vsemir. sledopyt, 1998. 480 p. (In Russ.).
2. Dabakhov M. V., Dabakhova E. V., Titova V. I. *Tyazhelye metally: ekotoksikologiya i problemy normirovaniya* [Heavy metals: ecotoxicology and standardization problems]. Novgorod: Nizhegor. GSKhA, 2005. 164 p. (In Russ.).
3. Gravel I. V., Plykina E. A. *Traditsionnaya meditsina*. Moscow, no. 1 (20) (2010): 49–54. (In Russ.).
4. *Gosudarstvennaya farmakopeya Rossiyskoy Federatsii XII* [State Pharmacopoeia of the Russian Federation XII]. Moscow, Ch. 1 (2008): 3–5. (In Russ.).
5. Pyatigorskaya N. V., Zamarenov N. A., Gekht A. E., Beregovykh V. V. *Sovremennye trebovaniya k proizvodstvu gomeopaticheskikh lekarstvennykh sredstv* [Modern requirements for the production of homeopathic medicines]. Moscow: Traditsionnaya meditsina, no. 1 (20) (2010): 8–13. (In Russ.).
6. Erofeev B. V. *Ekologicheskoe pravo* [Environmental Law]. Moscow: 2006. 384 p. (In Russ.).
7. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost». T. 15: Altay i Zapadnaya Sibir». Вып. 3: Nizhniy Irtysh i Nizhnaya Ob». Pod red. G. D. Eyrikh. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1964. 432 p. (In Russ.).*
8. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR: Gidrologicheskaya izuchennost». T. 15: Altay i Zapadnaya Sibir». Вып. 2: Srednyaya Ob». Pod red. V. V. Zeeberg. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967. 351 p. (In Russ.).*
9. Cherepanov S. K. *Sosudistye rasteniya SSSR* [Vascular plants of the USSR]. Leningrad: Nauka, 1981. 510 p. (In Russ.).
10. Baymenov M. S. *Flora Kazakhstana: illyustrirovannyi opredelitel» semeystv i rodov* [Flora of Kazakhstan: illustrated determinant of families and genera]. Almaty: Gylym, T. 1 (1999). 5 p. (In Russ.).

11. *Khimicheskaya entsiklopediya* [Chemical Encyclopedia]. Moscow: Bol'shaya Ros. entsiklopediya, T. 5 (1999): 378. (In Russ.).
12. *Entsiklopedicheskiy slovar» yunogo khimika*. Sost.: V.A. Kritsman, V.V. Stantso. Moscow: Pedagogika, 1990. pp. 138. (In Russ.).
13. *Khimicheskaya entsiklopediya* [Chemical Encyclopedia]. Moscow: Sov. entsiklopediya, T. 2 (1990): pp. 280. (In Russ.).
14. Rin'kis G. Ya., Ramane Kh.K., Kunitskaya T.A. *Metody analiza pochv i rasteniy* [Methods for analyzing soils and plants]. Riga, 1987. 174 p. (In Russ.).