

УДК: 504.054:546.3(470.331)+582.29

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В СЛОЕВИЩАХ *PARMELIA SULCATA* В ГОРОДАХ РЖЕВСКО-СТАРИЦКОГО ПОВОЛЖЬЯ (ТВЕРСКАЯ ОБЛАСТЬ)

А.Ф. Мейсунова

Тверской государственной университет, Тверь

С помощью АЭС–ИСП–анализа в образцах лишайника *Parmelia sulcata*, собранных в городах Ржевско-Старицкого Поволжья, определено валовое и среднее содержание 20 металлов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Ga, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, W). Показатели средних концентраций для изученных городов выше фоновых для Тверской области по 8 металлам (As, Mo, Sn, Sr, Cr, Ti, Al, Fe), а валовых – по 11 металлам (Cd, As, Mo, Ni, Sn, Cr, Sr, Ti, Al, Fe, Zn). По другим металлам превышение фоновых значений не выявлено. Наиболее выражено техногенное загрязнение металлами в г. Ржеве, что обусловлено спецификой его хозяйственно-экономической инфраструктуры.

Ключевые слова: АЭС-ИСП–анализ, металлы, эпифитные лишайники, загрязнение, Тверская область, Ржевско-Старицкое Поволжье.

Введение. Ржевско-Старицкое (Ржевско-Зубцовское) Поволжье представляет собой уникальный природный комплекс, который объединяет Ржевский, Зубцовский и Старицкий р-ны Тверской обл., граничащие между собой. С ботанико-географической точки зрения данная территория представляет большой интерес (Нотов и др., 2005, 2010). Долинные ландшафты с обнажениями карбонатных пород характеризуются богатой и гетерогенной флорой. Здесь отмечено значительное число видов, занесенных в Красную книгу Тверской области (Красная книга ..., 2016), сохранение которых является одной из приоритетных природоохранных задач федерального уровня. В то же время, территория Ржевско-Старицкого Поволжья испытывает значительную антропогенную нагрузку. Административные центры Ржевского, Зубцовского и Старицкого р-нов являются значимыми промышленными центрами в Тверской обл. В них функционируют предприятия разных отраслей промышленности – производства строительных материалов, машиностроения и металлургии, химической и нефтехимической, стекольной, легкой и пищевой. Среди городов Ржевско-Старицкого Поволжья крупной административной единицей является г. Ржев. Его общая площадь составляет 56,17 км², а население насчитывает свыше 63 тыс. человек. Здесь сосредоточено наибольшее

число предприятий, имеющих выбросы (Государственный доклад ..., 2015а, б). В течение длительного времени, город занимает ведущее место по объему выбросов вредных веществ в расчёте на одного жителя (393,3 кг/чел) (Государственный доклад ..., 2015). Другие города Ржевско-Старицкого Поволжья уступают г. Ржеву, как площади, так и по численности населения, примерно в 7–8 раз. Однако и в г. Зубцове отмечается превышение ПДК по свинцу в воздухе.

В этой связи, исследования, связанные с оценкой антропогенного влияния на состояние биологических систем городов Ржевско-Старицкого Поволжья представляют особый интерес. Актуальность исследований определяет отсутствие каких-либо систематических наблюдений за состоянием биоты в условиях техногенного загрязнения (Государственный доклад ..., 2014, 2015б). Начатые в 2012–2013 гг. Фурье-ИК спектральные исследования индикаторных видов лишайников из г. Ржева явились первой попыткой оценить характер загрязнения атмосферы и уровень его воздействия на биологические системы (Мейсунова и др., 2013). Особое внимание было уделено влиянию кислотных загрязняющих веществ. Однако, специфика промышленной инфраструктуры рассматриваемых городов определяет целесообразность изучения воздействия на биологические системы других поллютантов, например, металлов.

Цель работы – анализ содержания металлов в слоевищах индикаторного лишайника *Parmelia sulcata* Taylor. из городов Ржевско-Старицкого Поволжья (гг. Ржев, Зубцов и Старица). Для достижения цели были поставлены следующие задачи: 1) определить пункты сбора (ПС) образцов *P. sulcata* в соответствии с особенностями промышленной инфраструктуры городов и собрать необходимый для анализа материал; 2) оценить содержание металлов в образцах лишайников (лишайниковых пробах) с помощью метода атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно связанной плазмой (АЭС–ИСП–анализ); 3) выявить особенности пространственного распределения металлов; 4) выяснить характер их обусловленности хозяйственно-экономической инфраструктурой города.

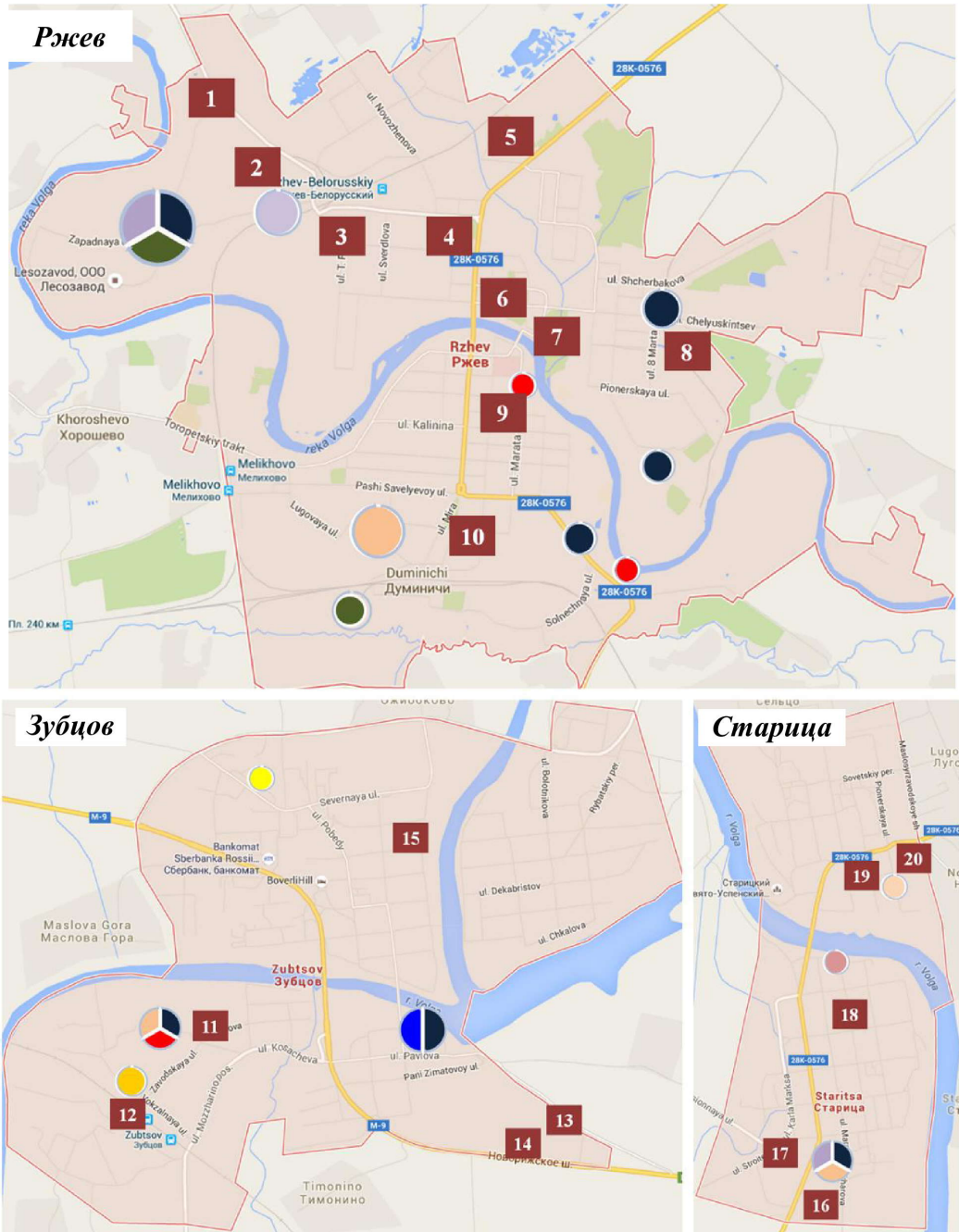
Материал и методика. Объектом изучения служили образцы среднеустойчивого к загрязнению вида лишайника *P. sulcata* (Мейсунова и др., 2016). Этот вид широко распространен в урболихенофлорах, характеризуется значительными изменениями в химическом составе при загрязнении воздуха. Сбор материала провели в осенний период 2015 г. на территории трех городов Ржевско-Старицкого Поволжья Тверской области – Ржеве, Зубцове и Старице. ПС материала в пределах каждого города служили различные по размерам и типам растительности рекреационные зоны (РЗ), а также отдельные древесные насаждения, которые отличаются степенью удаленности от основных источников

загрязнения (рис. 1, табл. 1). Общее число ПС материала составило 20: в Ржеве – 10 ПС, Зубцове – 5, Старице – 5. В каждом ПС было собрано по 5–8 лишайниковых проб. Всего изучили свыше 140 проб.

В лабораторных условиях провели АЭС-ИСП-анализ собранных образцов *P. sulcata* по стандартной методике (Meysurova, Notov, 2016; Кутикова, Мейсурова, 2016). Валовое содержание металлов в лишайниковых пробах определили с помощью АЭС-ИСП-спектрометра iCAP 6300 Duo (Thermo Scientific, USA) в Центре коллективного пользования Тверского государственного университета. Статистическую обработку материала провели по Н.А. Плохинскому (1970). Рассчитали средние концентрации металлов в лишайниковых пробах для изученных городов. Для этого, сумму значений валовых концентраций металла в образцах из всех ПС города разделили на общее число этих значений.

Значения концентраций валового и среднего содержания выявленных металлов в лишайниковых пробах сравнили со значениями фоновых показателей содержания металлов для Тверского региона (Meysurova, Notov, 2016). Кроме того, учитывали значения мировых фоновых показателей содержания металлов, ПДК и ОДК металлов в почве (Гигиенические нормативы..., 2006, 2009; Водяницкий, 2009; Азарченкова, 2010, 2012; Шевченко и др., 2011; Закутнова, Пилепенко, 2012).

Результаты и обсуждение. С помощью АЭС-ИСП-анализа в образцах *P. sulcata*, собранных на территории городов Ржевско-Старицкого Поволжья (ПС 1–20), обнаружили 20 металлов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Ga, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, W) (табл. 2, 3). В лишайниковых пробах из г. Ржева зарегистрировали все металлы кроме сурьмы (Sb), в гг. Зубцове и Старице отсутствует галлий (Ga). Общими для всех изученных городов являются 18 металлов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, W). Обнаруженные в образцах металлы с учетом их экологической опасности представляют четыре класса (ГОСТ..., 1976, 1988). Первый класс опасности составляют высокотоксичные металлы (As, Cd, Pb, Zn); второй – умеренно-токсичные (Cu, Mo, Ni, Sb, V); третий – малотоксичные (Al, Cr, Fe, Li, Mn, Sn, Sr, Ti, W); четвертый – условно-токсичные (Ga, Zr).



Р и с . 1. Схема расположения ПС (1–20) образцов *Parmelia sulcata* в городах Ржевско-Старицкого Поволжья: отрасли промышленности:





- | | | | |
|--|--|--|---|
|  машиностроение |  химическая |  стекольная |  пищевая |
|  металлургия |  деревообрабатывающая |  строительная |  легкая |

Таблица 1

Характеристика пунктов сбора образцов *P. sulcata*
в городах Ржевско-Старицкого Поволжья

№ ПС	Расположение	Потенциальные источники
г. Ржев		
1.	древесные насаждения по ул. Гарибальди	<i>машиностроение</i> : ОАО «Ржевский экспериментальный ремонтно-механический завод», ОАО «Ржевмаш»;
2.	сквер на Осташковском ш.	<i>производство строительных материалов</i> : ОАО «КСК «Ржевский», ООО «Ржевкирпич»; <i>энергетическая отрасль</i> :
3.	сквер на Ленинградском ш.	котельная ООО «Северное»; <i>деревообрабатывающая отрасль</i> : ЗАО «ПО «Лесозавод»; железнодорожная станция Ржев-Белорусский; автотранспорт
4.	сквер на пл. Революции	автотранспорт
5.	сквер по ул. Н. Головни	автотранспорт
6.	Городской сад	автотранспорт
7.	парк им. Грацинского В.В.	автотранспорт
8.	сквер по ул. Краностроителей	<i>машиностроение</i> : ОАО «Ржевский краностроительный завод», АО «514 авиационный ремонтный завод»; автотранспорт
9.	сквер по ул. Октябрьская	<i>полиграфическая отрасль</i> : ф-л ОАО «ТОТ» Ржевская типография
10.	сквер по ул. Мира	<i>машиностроение</i> : ОАО «ЭЛТРА», ОАО «Элтра-Термо», ООО «Премо-Электро»; <i>деревообрабатывающая отрасль</i> : ГУП Тверской области «Зубцовский межрайонный лесхоз»; <i>химическая отрасль</i> : Ржевская нефтебаза (филиал ОАО «Тверьнефтепродукт»); <i>пищевая отрасль</i> : ОАО «Молоко», ф-л ООО «Тверьхлебпром», ОАО «Ржевский маслосыркомбинат» и т.д.; автотранспорт
г. Зубцов		
11.	древесные насаждения по ул. Заводская	<i>машиностроение</i> : ОАО «Зубцовский ремонтно-механический завод»; <i>химическая отрасль</i> : ООО «Градэр»; <i>пищевая отрасль</i> : ЗАО «Зубцовмолрус», ОАО «Зубцовский маслозавод», автотранспорт
12.	древесные насаждения по ул. Вокзальная	<i>стеклянная отрасль</i> : ООО «Зубцовская обогатительная фабрика»; железнодорожная станция
13.	древесные насаждения по ул. Московская гора	<i>машиностроение</i> : ЗАО «Зубцовский машиностроительный завод», ООО «Зубцовский Машиностроительный центр»;
14.	древесные насаждения по ул. Московская гора, около АЗС	металлургическая промышленность: ЗАО «ВИЛС-ТИТАН»; автотранспорт
15.	древесные насаждения по ул. Электростанции	<i>энергетическая отрасль</i> : ПАО «МРСК Центра» - «Тверьэнерго»; автотранспорт
г. Старица		
16.	древесные насаждения по Ржевскому ш.	<i>машиностроение</i> : ООО «Техмаш»; <i>пищевая отрасль</i> : ОАО «Старицкий льнозавод»; <i>строительная отрасль</i> : ЗАО «Старицадорстрой»; автотранспорт
17.	древесные насаждения по ул. Карла Маркса, д. 75	
18.	Городской сад	<i>легкая отрасль</i> : ОАО «Старицкая швейная фабрика»; автотранспорт
19.	древесные насаждения по ул. Володарского	<i>пищевая отрасль</i> : ОАО «БЫСТРОП»; автотранспорт
20.	древесные насаждения у заправки на выезде в город со Старицы	

Количественный анализ показал разный уровень содержания металлов в лишайниковых пробах собранных в городах Ржевско-Старицкого Поволжья (ПС 1–20) (табл. 2, 3). Средние и валовые концентрации менее половины из выявленных металлов в образцах *P. sulcata* не превышают фоновые значения для Тверского региона и другие нормативные показатели (среднемировые фоновые, ОДК, ПДК) (Гигиенические нормативы ..., 2006, 2009; Закутнова, Пилепенко, 2011; Meysurova, Notov, 2016). Среди них такие металлы, как свинец, цинк, сурьма, ванадий, литий, марганец, вольфрам и галлий. По другим металлам выявлено превышение фона: средних концентраций по 8 металлам (As, Mo, Sn, Sr, Cr, Ti, Al, Fe), валовых концентраций по 11 металлам (Cd, As, Mo, Ni, Sn, Cr, Sr, Ti, Al, Fe, Zr). Наибольшую часть среди них составляют малотоксичные металлы (Sn, Cr, Ti, Sr, Al, Fe).

Сопоставление значений средних концентраций металлов между изученными городами позволило выявить следующее. Больше всего металлов, со средними концентрациями выше фона, обнаружено в г. Ржеве (As, Sn, Cr, Ti, Sr, Al, Fe, Zn); меньше – в гг. Зубцове (Mo, Sn, Cr, Ti, Sr, Al, Fe) и Старице (As, Sn, Cr, Ti, Sr, Al, Fe). Общими металлами со средними концентрациями выше фона в изученных городах являются малотоксичные металлы – олово, хром, титан, стронций, алюминий и железо. По трем металлам в изученных городах средние концентрации металлов превышают фон значительно: по титану больше фона в 3,7–4,3 раза, стронцию – в 3–4 раза, олову – в 2–2,3 раза.

Анализ валового содержания металлов показал, что наибольшее число металлов с максимальными значениями валовых концентраций выявлено в лишайниковых проб из г. Ржева (As, Pb, Ni, Cu, V, Sn, Li, Cr, Ti, Sr, Al, Fe, Ga, Zr). Здесь же отмечено больше всего металлов, валовое содержание которых выше фона (11 металлов – Cd, As, Mo, Ni, Sn, Cr, Sr, Ti, Al, Fe, Zr). В других городах число металлов с валовыми концентрациями выше фона составляет девять. Общими металлами с валовыми концентрациями выше фона для всех городов являются мышьяк, молибден, никель, олово, хром, титан, стронций, алюминий и железо. Среди металлов с валовыми концентрациями, превышающими фон, высокую частоту встречаемости имеют олово (20 ПС), хром (20 ПС), титан (20 ПС), стронций (20 ПС), алюминий (16 ПС) и железо (14 ПС); низкую частоту – кадмий (3ПС) и цирконий (1ПС).

Сопоставление значений валовых концентраций выявленных металлов в лишайниковых пробах в зависимости от места сбора, позволило уточнить основные источники загрязнения в городах Ржевско-Старицкого Поволжья. В г. Ржеве наибольшую антропогенную нагрузку несут северо-западная (ПС 1) и восточная части города (ПС 7). В лишайниковых пробах из ПС 1 и 7 большинство из выявленных металлов имеют максимальные значения валовых концентраций (13 и 11 металлов

соответственно), в том числе по металлам, где концентрации выше фона (As, Cd, Mo, Ni, Cr, Ti, Al, Fe, Zr) (табл. 2). Высокий уровень загрязнения металлами в северо-западной части города определяют машиностроительные (внутризаводское энергетическое, литейное, сварочное и гальваническое производство, металлообработка конструкций и отдельных деталей) и ремонтные производства (табл. 1). Их деятельность обуславливает присутствие в лишайниковых пробах хрома, молибдена, меди, ванадия, лития, титана, железа, галлия и циркония. Другим источником эмиссий в этой части города служат выбросы котельной ООО «Северное». Это единственная котельная в городе, использующая в качестве топлива уголь (Схема теплоснабжения..., 2014). Известно, что в каменноугольной золе может содержаться до 70 металлов, в том числе мышьяка, ванадия, никеля и меди. Предприятия по производству строительных материалов выступают источником загрязнения, прежде всего, железа и мышьяка.

Восточная часть города (ПС 7) испытывает антропогенную нагрузку от машиностроительных и авиационных заводов. Преобладание южных и юго-западных ветров в городе способствует перемещению загрязнения с воздушными массами. Естественная близость водоема (р. Волга) к ПС 7 определяет благоприятные условия для интенсивного поглощения слоевищем лишайников металлов.

В г. Зубцове существенную техногенную нагрузку несет юго-западная часть города. Как показал анализ валового содержания, в образцах *P. sulcata* из ПС 11 и 12 содержится наибольшее число металлов с максимальными значениями валовых концентраций (по 10 и 14 металлам соответственно), в том числе по металлам, где концентрации выше фона (As, Cd, Mo, Cr, Ti, Al, Fe, Zr). В этой части города сконцентрированы предприятия машиностроения, стекольной и химической отраслей. Отметим, что неоднократно в средствах массовой информации являются сообщения о нарушении ЗАО «Зубцовской обогатительной фабрикой» требований природоохранного законодательства (Четырнадцатый арбитражный ..., 2011; Фабрика в Зубцовском ..., 2015).

В г. Старице, в отличие от городов Ржева и Зубцова, максимальные значения концентраций по большинству металлов выявлены в лишайниковых пробах при въезде и/или выезде из него (ПС 20 и 16). Здесь располагаются стоянки транзитного транспорта, пересекающего город. По-видимому, эмиссии транспорта в первую очередь и определяют загрязнение среды.

Таблица 2
Значения валовых и средних концентраций металлов в образцах *P. silicata* из г. Ржева, мг/кг

Металлы	№ ПС										Показатели		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Сред. конц.	фоновые для Тр ¹	ОДК, ПДК, мир. знач.
Cd	0.92	0.82	0.67	0.68	0.23	0.50	2.34	0.25	0.49	0.38	0.73	2	1 ³
As	18.48	14.57	5.08	4.91	3.04	7.13	10.88	4.26	4.46	3.58	7.64	5	2 ^{2/5} ³
Pb	10.50	6.98	13.32	13.67	4.76	13.09	5.81	2.33	12.74	6.20	8.94	30	32 ^{2/100} ⁴
Zn	79.32	68.80	75.05	86.17	32.35	31.45	91.13	35.38	70.94	94.57	66.52	110	110 ³
Mo	0.53	0.47	0.32	0.32	0.28	0.38	0.31	0.36	0.31	0.35	0.36	0,5	2 ^{2/30} ⁴
Ni	6.86	4.46	3.12	3.53	2.32	3.16	6.78	2.81	4.01	5.11	4.22	5	4 ^{2/5} ⁴
Cu	21.68	11.92	9.35	12.36	6.07	9.36	17.72	10.84	14.89	19.25	13.34	30	66 ^{3/50} ⁴
V	8.41	5.20	3.70	4.54	1.43	3.85	6.76	2.89	4.81	4.16	4.58	100	150 ²
Sn	16.84	44.38	21.70	26.22	11.71	19.48	39.65	15.62	21.14	15.05	23.18	10	4.5 ²
Li	3.90	2.11	1.00	1.46	0.67	0.96	2.83	0.88	1.22	0.89	1.59	н.д.	5 ²
Cr	21.56	10.98	7.22	8.46	5.59	7.66	15.86	6.94	12.04	13.64	11.00	н.д.	6 ²
Ti	168.00	107.96	50.80	39.31	34.20	58.98	115.73	42.30	64.85	56.27	73.84	20	н.д.
Mn	63.29	46.92	52.00	48.54	46.10	74.56	87.56	68.03	53.92	53.14	59.40	1500	1500 ^{2,3}
W	1.18	1.04	1.28	1.43	0.54	0.60	1.40	0.74	1.16	1.69	1.11	н.д.	6 ²
Sr	9.82	7.00	35.57	24.47	13.19	14.86	18.88	20.68	33.62	18.44	19.65	н.д.	6 ²
Al	2925.60	1464.00	664.20	996.48	401.04	696.96	2070.00	572.28	868.20	727.80	1138.66	600	н.д.
Fe	5457.60	3631.20	1796.40	2142.00	1049.28	1681.20	3610.80	1491.60	1906.80	1431.60	2419.85	1500	1000 ³

Примечание. н. д. – нет данных; ¹ – Тверской регион (Меусугова, Нотов, 2016); ²– значение ПДК металлов для почвы, мг/кг (Гигиенические нормативы ..., 2006); ³ – значение ОДК металлов для почвы (Гигиенические нормативы ..., 2009); ⁴ – мировые значения (Закутнова, Пилепенко, 2012).

Таким образом, с помощью АЭС–ИСП–анализа в образцах *P. sulcata* из городов Ржевско-Старицкого Поволжья было обнаружено 20 металлов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Ga, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, W). Среди них высокотоксичными являются 4 металла (As, Cd, Pb, Zn), умеренно-токсичными – 5 (Cu, Mo, Ni, Sb, V), малотоксичными – 9 (Al, Cr, Fe, Li, Mn, Sn, Sr, Ti, W), условно-токсичными – 2 (Ga, Zr). Спектры выявленных металлов в изученных городах Ржевско-Старицкого Поволжья сходны. Общими для всех городов являются 18 металлов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, W).

Показатели средних и валовых концентраций по большинству металлов сопоставимы. У половины металлов их среднее и валовое содержание (12 и 9 металлов соответственно) в лишайниковых пробах ниже фона (табл. 2, 3). Средние и валовые концентрации по другим металлам в изученных городах выше фона (по 8 и 11 металлам соответственно). Общими металлами со средним и валовым содержанием выше фона в изученных городах являются преимущественно малотоксичные металлы (прежде всего Al, Fe, Cr, Sn, Sr, Ti). Высокая частота встречаемости таких металлов в лишайниковых пробах указывает на выраженное комплексное техногенное воздействие в изученных городах. В большей степени он выражен в г. Ржеве.

Характер распределения металлов обусловлен спецификой хозяйственно-экономической инфраструктуры сравниваемых городов. Преимущественно загрязнение металлами обусловлено деятельностью предприятий, связанных с машиностроением (внутризаводское энергетическое, литейное, сварочное и гальваническое производство, металлообработка конструкций и отдельных деталей). Дополнительными источниками металлов выступают объекты химической, стекольной и энергетической отраслей, предприятия по производству строительных материалов, а также эмиссии транспорта.

Заключение. С помощью АЭС–ИСП–анализа слоевищ *P. sulcata* из городов Ржевско-Старицкого Поволжья обнаружили 20 металлов. По восьми металлам значения средних концентраций для изученных городов выше фона (As, Mo, Sn, Sr, Cr, Ti, Al, Fe), валовых – по одиннадцати (Cd, As, Mo, Ni, Sn, Cr, Sr, Ti, Al, Fe, Zn). По другим металлам превышение фоновых значений не выявлено. Уровни концентраций по большинству металлов в Ржеве выше, чем в других городах Ржевско-Старицкого Поволжья. Характер пространственного распределения металлов обусловлен спецификой хозяйственно-экономической инфраструктуры сравниваемых городов. Основными источниками поступления металлов в окружающую среду являются предприятия машиностроения.

Список литературы

- Азарченкова Е.А.* 2010. Видовая аккумулятивная способность видов лишенобиоты // Антропогенная трансформация природных экосистем: матер. Всерос. науч.–практич. конф. с междунар. участием (г. Балашов, 13–14 октября, 2010 г.). Балашов: Николаев. С. 8–12.
- Азарченкова Е.А.* 2012. Фоновый мониторинг сред обитания методом лишеноиндикации (на примере ООПТ Неруссо–Деснянского Полесья) // Вестник Брянского гос. ун-та. Сер. Точные и естественные науки. № 4. С. 27–32.
- Водяницкий Ю.Н.* 2009. Тяжелые и сверхтяжелые металлы и металлоиды в загрязненных почвах. М.: ГНУ Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 96 с.
- Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041–06.* Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. 2006.
- Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511–09.* Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. 2009.
- ГОСТ 12.1.005-88.* Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. (1988). М.: Московский печатник.
- ГОСТ 12.1.007-76.* Система стандартов безопасности труда. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. (1976). М.: Московский печатник.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2014 году»* / Министерство природных ресурсов и экологии по Тверской области. 2015б. Тверь. 91 с.
- Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2013 году»* / Министерство природных ресурсов и экологии по Тверской области. Тверь, 2014. 143 с.
- Государственный доклад «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Тверской области в 2014 году»* / Управления Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав и потребителей и благополучия человека по Тверской области. 2015а. Тверь. 224 с.
- Закутнова В.И., Пилепенко Т.А.* 2012. Влияние тяжелых металлов на лишайники // Вестник ОГУ. № 12. С. 112–116.
- Красная книга Тверской области.* 2016. Изд. 2-е, перераб. и доп. Тверь: Тверской Печатный двор. 400 с.
- Кутикова А.О., Мейсунова А.Ф.* 2016. Содержание металлов в лишайниках из особо охраняемых природных территорий города Твери // Вестн. ТвГУ. Сер. Химия. № 1. С. 152–158.
- Мейсунова А. Ф., Хижняк С.Д., Пахомов П.М.* 2016. Фурье-ИК спектральный анализ атмосферного загрязнения с использованием лишайников. Тверь: ТвГУ. 155 с.
- Мейсунова А.Ф., Нотов А.А., Мейсунов У.М.* 2013. Оценка состояния атмосферы города Ржева с помощью Фурье-ИК спектрального анализа слоевищ *Hurogymnia physodes* // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. Вып. 31, № 23. С. 181–193.

- Нотов А.А., Волкова О.М., Спирина У.Н., Колосова Л.В., Рыбкина В.А.* 2005. О флористическом разнообразии некоторых физико-географических районов Тверской области // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. Вып. 1, № 4(10). С. 122–150.
- Нотов А.А., Нотов В.А., Павлов А.В.* 2010. Ботанико-географическая специфика флоры природных комплексов Верхневолжья с обнажениями карбонатных пород // Окская флора: материалы Всерос. школы-семинара по сравнительной флористике, посвящ. 100-летию «Окской флоры» А.Ф. Флерова (23-29 мая 2010 г., г. Рязань) / Под ред. М.В. Казаковой. Рязань. С. 173–182. (Тр. Рязан. отделения РБО; Вып 2, Ч. 1).
- Плохинский Н.А.* Биометрия. 1970. 2–е изд. М.: Изд-во МГУ. 367 с.
- Фабрика в Зубцовском районе не контролировала выброс вредных веществ в атмосферу 2015* // Тверская неделя: [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://tverweek.com/obshchestvo/fabrika-v-zubtsovskom-rajone-ne-kontrolirovala-vybros-vrednyh-veshhestv-v-atmosferu.html> (Дата обращения 12.06.2016).
- Четырнадцатый арбитражный апелляционный суд.* Постановление от 06 апреля 2011 года, г. Вологда. Дело № А66-12689/2010. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://14aas.arbitr.ru/cases/cdoc?docnd=810945419>. (дата обращения: 12.06.2016).
- Схема теплоснабжения территории города Ржева Тверской области на 2014–2029 года.* 2014. Ржев. 151 с.
- Шевченко В.П., Стародымова Д.П., Кутенков С.А., Виноградова А.А., Гордеев В.В., Демина Л.Л., Иванова Ю.А., Филиппов А.С.* 2011. Содержание тяжелых металлов в кустистых эпифитных лишайниках Карелии как индикатор атмосферного переноса загрязняющих веществ // Современные проблемы науки и образования. № 3. URL: www.science-education.ru/97-4692 (дата обращения: 20.05.2015).
- Meysurova A.F., Notov A.A.* 2016. Physicochemical analysis of indicator lichens as a component of conservation area baseline monitoring // J. Appl. Spectroscopy. V. 82, No. 6. P. 1005–1012.

METAL CONTENTS IN *PARMELIA SULCATA* FROM CITIES OF RZHEV-STARITSA POVOLZHIIE(TVER REGION)

A.F. Meysurova

Tver State University, Tver

The gross and average ratio of 20 metals (Al, As, Cd, Cr, Cu, Ga, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, Zn, Zr, W) was estimated in *Parmelia sulcata* samples by atomic emission spectroscopy with the inductively coupled plasma (ICP-AES). Lichen samples were collected in the cities the Rzhev-Staritsa Povolzhie. The average concentration of eight metals (As, Mo, Sn, Sr, Cr, Ti, Al, Fe) and gross content of eleven metals (Cd, As, Mo, Ni, Sn, Cr, Sr, Ti, Al, Fe,

Zn) in the cities studied were higher than the permission limits for Tver Region. The concentrations of other metals were within the permission limits. The level of anthropogenic metal pollution in Rzhev was the highest. This might be caused by its specific economic infrastructure.

Keywords: AES-ICP-analysis, metals, epiphyte lichens, pollution, Tver Region, Rzhev-Staritsa Povolzhie.

Об авторе

МЕЙСУРОВА Александра Федоровна – доктор биологических наук, профессор кафедры ботаники, ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», 170100, Тверь, ул. Желябова, д. 33, e-mail: alexandrauraz@mail.ru

Мейсурова А.Ф. Содержание металлов в слоевищах *Parmelia sulcata* в городах Ржевско-Старицкого Поволжья (Тверская область) / А.Ф. Мейсурова // Вестн. ТвГУ. Сер.: Биология и экология. 2016. № 3. С. 185-196.