

УДК 543.215.2:502.521:631.4(476)

**СОДЕРЖАНИЕ ИОНОВ ЦИНКА В ПОЧВАХ  
ЦЕНТРАЛЬНЫХ, ПАРКОВЫХ И ПРИБРЕЖНЫХ ЗОНАХ  
ГОРОДОВ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Д. Бешимов,**  
студент 4 курса, биологический факультет,  
ВГУ им. П.М. Машерова,  
г. Витебск

**Е.С. Воронкова,**  
учащаяся,  
ГУО «СШ №1 г. Дубровна»,  
г. Дубровно

**О.М. Балаева-Тихомирова,**  
к.б.н., доц.,  
ВГУ им. П.М. Машерова,  
г. Витебск

**Аннотация:** На современном этапе развития общества, степень антропогенной нагрузки возросла многократно, что проявляется в загрязнении окружающей среды. Загрязнение тяжелыми металлами связано с их широким использованием в промышленном производстве. В связи с несовершенными системами очистки тяжелые металлы попадают в окружающую среду, в том числе и в почву, загрязняя и отравляя ее. Тяжелые металлы относятся к особым загрязняющим веществам, наблюдения за которыми обязательны во всех средах.

**Ключевые слова:** почва, тяжёлые металлы, ферментативная активность, антропогенная нагрузка

Актуальным является поиск способа системного экологического анализа, основанного на сопоставлении диагностических показателей с типом почв, местом сбора проб и степенью антропогенной нагрузки, для возможности предотвращения дальнейшего загрязнения почвенного покрова Республики Беларусь и его деградацию [1].

**Цель работы** – определить содержание ионов цинка в почвах центральных, парковых и прибрежных зонах городов Республики Беларусь при влиянии различной антропогенной нагрузки.

**Материал и методы исследования.** Объект исследования являлась почва, в которой были определены концентрация ионов цинка ( $Zn^{2+}$ ). Определение ионов цинка (II) в почве проводили комплексонометрическим титрованием [2, 3]. Математическую обработку полученных результатов проводили методами параметрической и непараметрической статистики с использованием пакета статистических программ Microsoft Excel 2003, STATISTICA 6.0. Достоверность различий учитывали при  $p < 0,05$ .

**Результаты и их обсуждение.** Цинк поступает в придорожное пространство в результате истирания различных деталей, эрозии оцинкованных поверхностей, износа шин, за счет использования в маслах присадок, содержащих этот металл. Так, в качестве антиокислительных присадок к моторным маслам применяют диалкил- и диарилдифитофосфаты цинка, которые улучшают также антикоррозионные свойства и уменьшают износ деталей. Массовая доля цинка в моторных маслах для бензиновых двигателей составляет 0,09–0,12%, в маслах для дизельных двигателей – 0,05–0,1%. После отказа от использования соединений кадмия в процессах вулканизации резины и замены их соединениями цинка истирание автомобильных шин также стало одним из источников накопления этого металла вдоль дорог. В последнее время для борьбы с коррозией широко используется за рубежом и интенсивно внедряется у нас оцинковка кузовных деталей автомобилей, прежде всего днища, что влечет за собой дополнительное поступление цинка в придорожное пространство. В результате этих процессов вдоль автомобильных дорог формируются геохимические аномалии цинка.

На начальном этапе исследования определялся тип почвы из мест отбора проб и устанавливалась степень антропогенной нагрузки с учетом влияния внешних факторов (табл. 1).

Таблица 1 – Модель отбора почвенных образцов

Название населенного пункта	Место отбора проб почвы		
	Центр населенного пункта	Типы почв	Антропогенное влияние
г. Новополоцк	ул. Молодежная 92А	Дерново-подзолистая супесчаная	Крупный промышленный центр
г. Орша	ул. Мира 47	Дерново-подзолистая суглинистая	Крупный железнодорожный узел
г. Витебск	Пересечение ул. Фрунзе, ул. Ленина и ул. Запковая	Дерново-подзолистая супесчаная	Областной центр
г. Могилев	ул. Ленинская	Дерново-подзолистая среднегумусная	Областной промышленный центр
г. Минск	Пр-т Независимости	Дерново-подзолистая суглинистая	Самый крупный город страны

Установлено в таблице 2, в г. Новополоцк выявлено наименьшее и наибольшее содержание ионов цинка в центре города и парке соответственно. Значение в парковой зоне выше значения в центре города в 2,2 раза. Значение прибрежной зоны водоема выше значения в центре города в 1,7 раза. Сравнив полученные данные со значением ПДК, выявлено небольшое превышение нормы в прибрежной зоне водоема, в парковой зоне – в 1,5 раза. В центре города значение не превышает ПДК.

В г. Орша выявлено наименьшее и наибольшее содержание ионов цинка в центре города и прибрежной зоне водоема соответственно. Существенных отличий в значениях между зонами не выявлено. Сравнив полученные данные со значением ПДК, установлено превышение в прибрежной зоне

водоема в 4,6 раз, в центре города – в 3,7 раз, в парковой зоне – в 4,5 раза.

Таблица 2 – Содержание ионов цинка в почве (мг/кг почвы)  
( $M \pm m$ )

Места отбора проб почвы	Концентрация ионов цинка, мг/кг почвы		
	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
г. Новополоцк	$31,41 \pm 0,60$ <sup>2,3,16</sup>	$17,65 \pm 1,79$ <sup>16</sup>	$36,29 \pm 0,86$ <sub>2,16</sub>
г. Орша	$106,89 \pm 0,45$	$86,13 \pm 0,89$	$105,08 \pm 0,94$
г. Витебск	$46,04 \pm 2,36$ <sup>8,16</sup>	$87,20 \pm 3,02$ <sup>16</sup>	$60,66 \pm 4,44$ <sub>8,16</sub>
г. Могилев	$47,26 \pm 0,01$ <sup>16</sup>	$27,08 \pm 0,02$ <sup>7,16</sup>	$31,96 \pm 0,03$ <sub>1,16</sub>
г. Минск	$125,14 \pm 0,05$ <sup>16</sup>	$118,26 \pm 0,02$ <sup>16</sup>	$126,79 \pm 0,07$ <sup>16</sup>

*Примечание:* <sup>1</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой взятой возле водоема г. Новополоцка; <sup>2</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Новополоцка; <sup>3</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Новополоцка; <sup>4</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой взятой возле водоема в г. Орша; <sup>5</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Орша; <sup>6</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Орша; <sup>7</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой взятой возле водоема в г. Витебск; <sup>8</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Витебска; <sup>9</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из парка в г. Витебск; <sup>10</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой, взятой возле водоема в г. Могилев; <sup>11</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Могилев; <sup>12</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Могилев; <sup>13</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой взятой возле водоема в г. Минск; <sup>14</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из центра г. Минск; <sup>15</sup>P < 0,05 по сравнению с почвой из парка г. Минск; <sup>16</sup>P < 0,05 по сравнению с ПДК.

В г. Витебск выявлено наименьшее и наибольшее содержание ионов цинка в прибрежной зоне водоема и центре города соответственно. Значение в центре города больше значение в прибрежной зоне водоема в 1,8 раз. Значение в парке незначительно больше значения в прибрежной зоне водоема. Сравнив полученные результаты со значением ПДК, установлено превышение в прибрежной зоне водоема в 2 раза, в центре города – в 3,7 раз, в парке – в 2,6 раз.

В г. Могилев наибольшая концентрация цинка установлена вблизи водоема, а наименьшая – в центре города, значения отличаются между собой в 1,7 раз. Значение в прибрежной зоне водоема отличается от значения в парковой зоне в 1,4 раза. Во всех трех зонах установлено превышение ПДК: вблизи водоема – в 2,1 раз, в центре города – в 1,2 раза, в парковой зоне – в 1,4 раза (табл. 3).

В г. Минск наибольшая концентрация тяжелого металла установлена в парковой зоне, а наименьшая – в центре города, отличия в значениях между зонами незначительны. Отличия между значениями в парке и вблизи водоема статистически незначимы.

Таблица 3 – Соотношение концентраций ионов цинка (мг/кг) в исследуемых образцах почв с предельно-допустимой концентрацией определяемого металла (мг/кг) в почвах

Металл	Место сбора проб почвы	Прибрежная зона водоема	Центр города	Парк
Цинк	г. Новопо-лоцк	↑1,3*	↓1,3*	↑1,5*
	г. Орша	↑4,6*	↑3,7*	↑4,5*
	г. Витебск	↑2,0*	↑3,7*	↑2,6*
	г. Могилев	↑2,1*	↑1,2*	↑1,4*
	г. Минск	↑5,4*	↑5,1*	↑5,5*

*Примечание:* \* $P < 0,05$  по сравнению с предельно-допустимой концентрацией металла (↓ во столько раз меньше, ↑ во столько раз больше).

**Заключение.** Таким образом, проведя анализ полученных данных по содержанию ионов цинка в отобранных

образцах почв в прибрежной зоне водоема, установлена наименьшая и наибольшая концентрация ионов цинка в г. Новополоцк и г. Минск соответственно. Значение в г. Минск больше значения в г. Новополоцк в 3,9 раза, в г. Могилев – в 2,6 раза, в г. Витебск – в 2,7 раз, в г. Орша – отличия статистически не значимы.

Проведя анализ полученных данных по содержанию ионов цинка в отобранных образцах почв в центре города, установлена наименьшая и наибольшая концентрация ионов цинка в г. Новополоцк и г. Минск соответственно. Значение в г. Минск больше значения в г. Новополоцк в 6,7 раз, в г. Орша – в 1,4 раза, в г. Витебске – в 1,4 раза, в г. Могилев – в 4,4 раза.

Проведя анализ полученных данных по содержанию ионов цинка в отобранных образцах почв в парковой зоне, установлена наименьшая и наибольшая концентрация ионов цинка в г. Могилев и г. Минск соответственно. Значение в г. Минск больше значения в г. Могилев в 3,9 раза, в г. Новополоцк – в 3,4 раза, в г. Витебск – в 2,1 раза, в г. Могилев – в 3,9 раз, в г. Орша отличия незначительны.

### Список литературы

[1] Абрамян, С.А. Изменение ферментативной активности почвы под влиянием естественных и антропогенных факторов / С.А. Абрамян // Почвоведение. – 1992. – №7. – С. 70–82.

[2] Свирскене, А. Микробиологические и биохимические показатели при оценке антропогенного воздействия на почвы / А. Свирскене // Почвоведение. – 2003. – №2. – С. 202–210.

[3] Жерносек, А.К. Физико-химические методы анализа / А.К. Жерносек, И.С. Борисевич. – Витебск: УО «ВГУ им. П.М. Машерова», 2012. – 12 с.

© Д. Бешимов, Е.С. Воронкова, О.М. Балаева-Тихомирова, 2019