ВЛИЯНИЕ ТРАНСПОРТНО-ДОРОЖНОГО КОМПЛЕКСА НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ И РАСТЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Ю.Г. Кропова, кандидат биологических наук, доцент
А.Н. Ховрин, кандидат педагогических наук, доцент
И.В. Выродов, старший преподаватель

Московский городской педагогический университет,
Москва, Россия
E-mail: vyrodov86@mail.ru

Ключевые слова: свинец, кадмий, цинк, медь, почва, карагана древовидная, одуванчик лекарственный, автомагистраль

Реферат. Целью данной работы явилось проведение сравнительного анализа тяжелых металлов (ТМ) в почвах и растениях г. Балашиха Московской области. Изучено содержание ТМ в почве и органах растений караганы древовидной (*Caragana arborescens*) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) в зависимости от удаленности автомагистрали. Показана связь между концентрацией ТМ в почве и их содержанием в растениях. Выявлены особенности накопления отдельных ТМ – кадмия, свинца, цинка и меди – в вегетативных и генеративных органах исследуемых растений. Наибольшая концентрация всех исследуемых тяжелых металлов отмечена у одуванчика, произрастающего вблизи автомагистрали. По доле в суммарном содержании определяемых элементов металлы можно расположить в следующем порядке: $Zn > Pb > Cu > Cd$. В растениях, расположенных на расстоянии 3000 м от автомагистрали, т.е. на почвах с меньшей загрязненностью, отмечена уже другая закономерность: $Zn > Cu > Pb > Cd$. Показано, что с удалением от автомагистрали на 3000 м по сравнению с 5-метровой зоной автодороги в почве и растениях происходит снижение содержания свинца в 1,13 раза, кадмия – в 1,74, цинка – в 1,89 и меди – в 1,66 раза. Проведенный анализ показал, что изучаемые растения можно использовать как биоиндикаторы загрязнения биоты крупных городов. Наиболее опасными элементами являются кадмий и свинец, относящиеся к первому классу опасности, нахождение которых в атмосфере и экосистемах городов связано с интенсивным движением автотранспорта. В рабочие дни интенсивность движения автотранспорта составляла в утренние часы (08.00–09.00) 2500 автомобилей, в вечернее время (18.00–19.00) – 3000 автомобилей (федеральная трасса М 7 «Волга»).

THE IMPACT OF THE TRANSPORT AND ROAD COMPLEX ON HEAVY METAL POLLUTION OF SOILS AND PLANTS

Iu.G. Kroppova, PhD in Biological Sciences, Associate Professor
A.N. Khovrin, PhD in Pedagogical Sciences, Associate Professor
I.V. Vyrodov, Senior Lecturer
Moscow City Pedagogical University, Moscow, Russia

Keywords: lead, cadmium, zinc, copper, soil, tree-rot, dandelion, motorway.

Abstract. This work aims to analyze heavy metals (HM) in soils and plants of the Balashikha, Moscow region. The authors studied HM content in soil and plant organs of *Caragana arborescens* and *Taraxacum officinale* depending on the distance of a motorway. The article shows the relationship between the concentration of HM in the soil and its content in plants. The authors also revealed the peculiarities of accumulation of some heavy metals - cadmium, lead, zinc and copper - in vegeta-

tive and generative organs of the studied plants. The authors noted the highest concentration of all heavy metals in dandelion growing near a motorway. According to the share in the total content of the determining elements, the metals can be arranged in the following order: $Zn > Pb > Cu > Cd$. The authors also observe a different pattern: $Zn > Cu > Pb > Cd$ in soils with less pollution, i.e. in plants located at a 3000 m from the motorway. It has been observed that with a length of 3000 m from the highway compared to the 5 m zone of the road. There is a 1.13 times reduction in lead, 1.74 times reduction in cadmium, 1.89 times reduction in zinc and 1.66 times reduction in copper content in the soil and plants. The analysis shows that the studied plants can be used as bio-indicators of pollution of the biota of large cities. The most hazardous elements are cadmium and lead, which belong to the first hazard class, found in the atmosphere and ecosystems of cities, which is connected with intensive vehicular traffic. On working days, the traffic intensity in the morning hours (08.00-09.00) was 2500 cars and in the evening hours (18.00-19.00) 3000 cars (federal road M7 "Volga").

Основными загрязнителями почв городов являются тяжелые металлы, которые могут негативно влиять на биосферу [1].

Под тяжелыми металлами обычно понимают металлы переходных групп с атомной массой более 50 и имеющих плотность более 8000 кг/м³. Эта группа металлов включает как физиологически необходимые микроэлементы (Zn, Cu, Mn, Fe, Co, Mo), так и элементы, способные вызывать нарушение жизнедеятельности организма (Pb, Ni, Cd, Hg) [2–4].

По данным Всемирной организации здравоохранения, среди поллютантов, оказывающих негативное влияние на человека, токсичные тяжелые металлы занимают второе место, уступая лишь пестицидам и значительно опережая такие хорошо известные загрязнители окружающей среды, как двуокиси углерода и серы [5].

Антропогенное вмешательство в природные циклы тяжелых металлов имеет два основных следствия. Во-первых, эти элементы являются ценным и редким сырьем для высокотехнологичных отраслей промышленности. Во-вторых, эти металлы при избыточном попадании в объекты окружающей среды аккумулируются в них. Загрязнение тяжелыми металлами объектов биосферы является причиной накопления их в пищевом сырье растительного и животного

происхождения и, как следствие, в организме людей [6].

В настоящее время в России и в мире существует агрохимическая проблема, связанная с истощением запасов доступных растениям форм биофильных макро- и микроэлементов в почвах сельскохозяйственных угодий [7].

Свинец, ртуть, кадмий и мышьяк считаются основными загрязнителями главным образом потому, что техногенное их накопление в окружающей среде идет особенно высокими темпами. Специальная информация о миграции, накоплении и распределении токсичных элементов по трофической цепи поможет прогнозировать их содержание в пищевом сырье растительного и животного происхождения, а также нормировать поступление их в пищевые цепи с целью предупреждения загрязнения организма животных, что определяет научную и практическую ценность данной работы [8].

В частности, кадмий, свинец, цинк, согласно ГОСТ 17.4.1.02-83, относятся к химическим веществам первого класса опасности, медь – ко второму классу [9].

С учетом того, что почва является первым звеном в пищевой цепи «почва – растение – животное – человек», накопление токсичных тяжелых металлов в ней приводит не только к ее деградации, но и к нарастанию

экологических последствий. Растения являются промежуточным звеном, через которое токсиканты попадают в организм животного и человека.

Токсичные тяжёлые металлы могут обуславливать различные проблемы со здоровьем в зависимости от вида металла и его концентрации. Отравление свинцом наносит неврологический ущерб, приводит к снижению уровня IQ, внимания, к нарушению координации рук, вызывает энцефалопатию, гипертонию, болезни почек, ухудшает состояние костей. Интоксикация солями кадмия приводит к повреждению печени и почек, снижению плотности костной ткани, а избыток цинка – к головокружению и усталости. Отравление медью вызывает повреждение головного мозга и почек, цирроз печени, хроническую анемию, желудочно-кишечное раздражение [10].

В связи с токсическим действием высоких концентраций ряда тяжелых металлов на живые организмы исследование путей их миграции в ландшафтах, круговорота в системе «почва – растение» приобретает особую значимость.

Одним из ведущих факторов загрязнения почв является автотранспорт [11]. Выхлопные газы двигателей содержат сложную смесь, состоящую из более чем 200 компонентов, среди которых немало канцерогенов [12].

В исследованиях Е.В. Коровина, Г.А. Сатарова [13] было установлено, что автотранспорт является ведущим фактором загрязнения придорожной зоны всеми изученными тяжелыми металлами (Zn, Pb, Cu, Ni, Cd, Cr). Концентрация подвижных форм всех указанных металлов, за исключением кадмия, существенно превышала значения предельно допустимой концентрации (ПДК), при этом максимальное содержание указанных химических элементов было отмечено на расстоянии 5–10 м от дорожного

полотна и уменьшалось с удалением от дороги, что свидетельствует о реальном вкладе автотранспорта в загрязнение тяжелыми металлами природной среды.

Тяжелые металлы поступают в придорожную зону как непосредственно в результате работы автотранспорта, так и при истирании автопокрышек и дорожного полотна. В результате истирания покрышек в почву поступают алюминий, кобальт, медь, железо, марганец, свинец, никель, фосфор, титан, цинк и другие элементы. Кадмий в окружающую среду поступает как в результате износа шин, так и истирания асфальтобетона [14].

Цель наших исследований – изучение особенностей накопления некоторых тяжелых металлов (Pb, Cd, Zn, Cu) в почве и растениях караганы древовидной (*Caragana arborescens*) и одуванчика лекарственного (*Taraxacum officinale*) в зависимости от удаленности автотрассы.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Наблюдения проводились в 2018–2020 гг. на двух участках автомагистрали Москва – Нижний Новгород, в восточной части Балашихинского района Московской области, в 27 км от Москвы. Помимо почвенных образцов, на первом участке отбирали растения караганы древовидной, на втором – одуванчика лекарственного. Почва в обоих случаях дерново-подзолистая слабogleеватая, супесчаная. Пробы почв с глубины 0–5 см отбирали в 10 точках на расстоянии 5 и 3000 м перпендикулярно полотну дороги. Во всех отобранных почвенных образцах методом атомно-адсорбционной спектроскопии были определены концентрации Pb, Cd, Zn, Cu.

Пробы растений отбирали в сухую солнечную погоду, во второй декаде июня,

на тех же участках, что и пробы почвы. Объединенную пробу составляли из точечных проб, взятых отдельно – корень, лист, стебель, цветок. Перед анализом пробы проходили пробоподготовку: промывание в дистиллированной и затем деионизированной воде, высушивание в терморегулируемом шкафу при постоянной температуре 105 °С в течение суток, мокрая минерализация смесью деионизированной воды и азотной кислоты в соотношении 6 : 4, минерализация в муфельной печи при заданной температуре. Готовые минерализаты переносили в пластиковые эппендорфы. Содержание тяжелых металлов анализировали на атомно-абсорбционном спектрометре АА-7000, Shimadzu в испытательной лаборатории ФГБУ ГЦАС «Московский».

Статистическая обработка данных проводилась с помощью пакета программ STATISTIC, входящего в комплект прибора, ААС-спектрометра Shimadzu.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В проводимых исследованиях содержание всех изучаемых металлов в почве практически не превышало ориентировочную допустимую концентрацию (ОДК) валового содержания тяжелых металлов в почве. Концентрация всех изучаемых ТМ в почве тесно коррелировала с удаленностью места отбора образцов от автотрассы. В среднем по двум участкам, удаление от дорожного полотна на 3000 м по сравнению с 5-метровой придорожной полосой способствовало снижению содержания свинца в 1,13 раза, кадмия – в 1,74, цинка – в 1,89 и меди в 1,66 раза (табл. 1, 2).

Содержание ТМ в органах растений коррелировало с их концентрацией в почве, но характер их распределения был неоднозначным. Анализ вегетативных и генеративных органов караганы древовидной позволил установить, что в придорожной 5-метровой полосе наибольшее содержание свинца установлено в стеблях и листьях растения, наименьшее – в корнях; при удалении на 3000 м максимальная концентрация этого элемен-

Таблица 1

Содержание тяжелых металлов в почве и растениях караганы древовидной, мг/кг
Content of heavy metals in soil and plants of *Karagana arborealis*, mg/kg

Объект исследования	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь
<i>Расстояние от автомагистрали 5 м</i>				
Почва	12,60±0,09	0,26±0,01	40,40±0,09	15,20±0,03
Корень	11,20±0,06	0,38±0,02	48,30±0,07	7,10±0,02
Лист	15,60±0,03	0,70±0,02	54,00±0,08	11,60±0,01
Стебель	15,70±0,03	0,90±0,04	50,10±0,05	7,00±0,02
Цветок	12,80±0,02	0,66±0,03	47,30±0,03	15,80±0,04
<i>Расстояние от автомагистрали 3000 м</i>				
Почва	11,90±0,07	0,13±0,02	21,80±0,03	7,90±0,03
Корень	10,10±0,01	0,31±0,01	24,50±0,02	6,30±0,01
Лист	11,40±0,01	0,59±0,04	41,10±0,06	9,50±0,02
Стебель	8,60±0,02	0,44±0,03	38,80±0,05	5,00±0,01
Цветок	11,70±0,03	0,46±0,05	40,80±0,04	11,30±0,03

Таблица 2

Содержание тяжелых металлов в почве и растениях одуванчика лекарственного, мг/кг

Content of heavy metals in soil and plants of dandelion, mg/kg

Объект исследования	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь
<i>Расстояние от автомагистрали 5 м</i>				
Почва	15,90±0,04	0,35±0,01	56,00±0,07	9,90±0,02
Корень	16,90±0,04	0,94±0,01	66,60±0,06	18,10±0,03
Лист	18,00±0,02	1,40±0,01	54,50±0,04	15,00±0,03
Стебель	13,80±0,03	0,62±0,02	25,30±0,02	8,10±0,01
Цветок	9,10±0,01	0,44±0,02	53,30±0,04	13,60±0,03
<i>Расстояние от автомагистрали 3000 м</i>				
Почва	13,40±0,04	0,22±0,01	29,20±0,03	4,30±0,01
Корень	13,00±0,05	0,15±0,01	50,00±0,04	12,00±0,03
Лист	7,30±0,02	0,37±0,03	35,00±0,05	5,00±0,02
Стебель	3,80±0,02	0,20±0,02	24,00±0,02	5,20±0,01
Цветок	6,80±0,03	0,27±0,01	34,10±0,06	12,10±0,02

та наблюдалась в цветках, минимальная – в стеблях. Кадмий преимущественно накапливался в вегетативных органах – листьях и стеблях, цинк в листьях, медь в цветках. По доле в суммарном содержании определяемых элементов в растениях желтой акации независимо от удаленности автотрассы они располагались в ряд: Zn>Pb>Cu>Cd (см. табл. 1).

В растениях одуванчика лекарственного наибольшая концентрация всех тяжелых металлов отмечена в 5-метровой придорожной полосе (см. табл. 2). При этом по доле в суммарном содержании определяемых элементов металлы располагались в следующий ряд: Zn>Pb>Cu>Cd. В растениях, расположенных на расстоянии 3000 м, т.е. на почвах с меньшей загрязненностью, отмечена уже другая закономерность: Zn>Cu>Pb>Cd.

Удаление растений одуванчика от придорожной полосы способствовало снижению содержания в них свинца в 1,9 раза, кадмия – в 3,4, цинка – в 1,4 и меди – в 1,6 раза.

Свинец, присутствующий в выхлопе автомобильных двигателей, является

приоритетным загрязнителем компонентов окружающей среды [4].

В нашем случае распределение свинца в растениях одуванчика лекарственного по органам растения менялось с удаленностью от автотрассы. В более загрязненной придорожной 5-метровой полосе по накопительной способности свинца органы данного растения располагались в следующий ряд: лист > корень > стебель > цветок, при удалении на 3000 м указанный ряд выглядел следующим образом: корень > лист > цветок > стебель.

Для оценки интенсивности перехода рассматриваемых элементов из почвы в растения рассчитывались коэффициенты биологического поглощения. Полученные результаты показали, что интенсивность накопления ТМ в растениях варьировала от 0,46 до 4,54 в зависимости от вида растений, вида элемента и удаленности от автотрассы (табл. 3, 4).

По способности поглощаться вегетативными и генеративными органами караганы древовидной в 5-метровой придорожной полосе изучаемые элементы расположились в следующий ряд: Cd>Zn>Pb>Cu. Однако по мере снижения уровня загрязненности почвы

Таблица 3

Коэффициенты биологического поглощения ТМ растениями караганы древовидной
Coefficients of biological absorption of heavy metals by Karaganak tree plants

Объект исследования	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь
<i>Расстояние от автомагистрали 5 м</i>				
Корень	0,89	1,46	1,20	0,47
Лист	1,24	2,69	1,34	0,76
Стебель	1,25	3,46	1,24	0,46
Цветок	1,02	2,54	1,17	1,04
<i>Расстояние от автомагистрали 3000 м</i>				
Корень	0,85	2,38	1,12	0,80
Лист	0,96	4,54	1,88	1,20
Стебель	0,72	3,38	1,78	0,63
Цветок	0,98	3,54	1,87	1,43

Таблица 4

Коэффициенты биологического поглощения ТМ растениями одуванчика лекарственного
Coefficients of biological absorption of HM by dandelion plants

Объект исследования	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь
<i>Расстояние от автомагистрали 5 м</i>				
Корень	1,06	2,68	1,19	1,26
Лист	1,13	4,00	0,97	1,05
Стебель	0,87	1,77	0,45	0,57
Цветок	0,57	1,26	0,95	0,95
<i>Расстояние от автомагистрали 3000 м</i>				
Корень	0,97	0,68	1,71	1,21
Лист	0,54	1,68	1,20	0,51
Стебель	0,28	0,91	0,82	0,52
Цветок	0,51	1,23	1,17	1,22

Таблица 5

Коэффициенты перехода (K_n) металлов из корней в надземную часть растений караганы древовидной
Coefficients of transition coefficients (K_p) of metals from roots to aboveground parts of Tamarix ramosissima plants

Объект исследования	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь
<i>Расстояние от автомагистрали 5 м</i>				
Лист	1,39	1,84	1,12	1,63
Стебель	1,40	2,37	1,04	0,99
Цветок	1,14	1,74	0,98	2,22
<i>Расстояние от автомагистрали 3000 м</i>				
Лист	1,13	1,90	1,68	1,51
Стебель	0,85	1,42	1,58	0,79
Цветок	1,16	1,48	1,66	1,79

на расстоянии 3000 м от дорожного полотна указанная закономерность трансформировалась в следующий ряд: $Cd > Zn > Cu > Pb$ (см. табл. 3).

Интенсивность биологического поглощения тяжелых металлов в органах одуванчика лекарственного несколько иная.

В 5-метровой придорожной полосе наибольший коэффициент биологического поглощения наблюдался у кадмия, наименьший – у цинка. В целом ряд поглощения имеет следующий вид: $Cd > Cu > Pb > Zn$. При переходе в зону с меньшей техногенной нагрузкой

(через 3000 м) зафиксирована другая закономерность: $Zn > Cd > Cu > Pb$ (см. табл. 4).

Для характеристики процессов перехода металлов из корней в надземную часть растений рассчитывали коэффициент перехода (K_p), равный отношению содержания металлов в надземной фитомассе к таковому в корнях (табл. 5, 6).

На поступление микроэлементов в растениях оказывают влияние почвенные и гидротермические условия, определенные концентрации и соотношения химических элементов в почве и растениях и другие факторы [15].

Таблица 6

Коэффициенты перехода (K_p) металлов из корней в надземную часть растений одуванчика лекарственного

Coefficients of transition (K_p) of metals from roots to aboveground parts of dandelion plants

Объект исследования	Свинец	Кадмий	Цинк	Медь
<i>Расстояние от автомагистрали 5 м</i>				
Лист	1,06	1,49	0,82	0,83
Стебель	0,82	0,66	0,38	0,45
Цветок	0,54	0,47	0,80	0,75
<i>Расстояние от автомагистрали 3000 м</i>				
Лист	0,56	2,47	0,70	0,42
Стебель	0,29	1,33	0,48	0,43
Цветок	0,52	1,80	0,68	1,00

В проводимых исследованиях барьерная функция корней как у караганы древовидной, так и одуванчика лекарственного способствовала сокращению накопления в надземных вегетативных органах наиболее типичного автотранспортного загрязнителя – свинца.

ВЫВОДЫ

1. Уровень загрязнения почвы тяжелыми металлами во многом определяется расстоянием от автомагистралей. В частности, удаление от дорожного полотна на 3000 м по сравнению с 5-метровой придорожной полосой способствовало снижению содержания

свинца в 1,13 раза, кадмия – в 1,74, цинка – в 1,89 и меди – в 1,66.

2. По мере уменьшения содержания свинца в почве снижается интенсивность его биологического поглощения растениями караганы древовидной и одуванчика лекарственного.

3. Содержание ТМ в растениях варьировало в зависимости от места их произрастания. Удаление от придорожной полосы на 3000 м способствовало снижению содержания тяжелых металлов в карагане древовидной в 1,13–1,89 раза, в растениях одуванчика лекарственного – в 1,4–3,4.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Духовский П., Юкнис Р. Реакция растений на комплексное воздействие природных и антропогенных стрессоров // Физиология растений. – 2003. – Т. 50, № 2. – С. 165.
2. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1987. – 142 с.
3. Геохимия окружающей среды / Ю.Е. Саэт, Б.А. Ревич, Е.П. Янин [и др.]. – М.: Недра, 1990. – 335 с.
4. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва – растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 151 с.
5. Тяжелые металлы и растения: [монография] / А.Ф. Титов, Н.М. Казнина, В.В. Таланова; Карельский науч. центр РАН, Ин-т биологии. – Петрозаводск, 2014. – 192 с.
6. О санитарно-эпидемиологической обстановке в Новосибирской области: Статистический бюллетень за 2005 г. – Новосибирск, 2006. – 26 с.
7. Сысо А.И., Сиромля Т.И. Химические элементы и их соединения в почвах растений нативных и антропогенных экосистем Сибири // Биогеохимия химических элементов и соединений в природных средах: материалы 3-й Междунар. школы-семинара для молодых исследователей. Тюмень, 23-28 апреля 2018 г. – Тюмень, 2018. – С. 137–150.
8. Анализ содержания тяжелых металлов в основном рационе коров ТОО «КазАгроСтандарт» / Н.Б. Сарсембаева, Т.Б. Абдигалиева, А.Н. Билтебай, С.Ж. Жумагулова, А.Б. Айдарбекова // Вопросы нормативно-правового регулирования в ветеринарии. – 2020. – № 2. – С. 99-101.
9. Охрана природы. Почвы: сб. ГОСТов. – М.: Стандартинформ, 2008.
10. Сердюкова А.Ф., Барабанищikov Д.А. Последствия загрязнения почвы тяжелыми металлами // Молодой ученый. – 2017. – № 51. – С. 131–135.
11. Ложкин В.Н. Загрязнение атмосферы автомобильным транспортом. – СПб.: Атмосфера, 2001. – 297 с.
12. Давлетова Н.Х. Автотранспорт как глобальный источник загрязнения атмосферного воздуха // Современные наукоемкие технологии. – 2005. – № 4. – С. 90–90.
13. Сатаров Г.А., Коровина Е.В. Оценка состояния почвенного покрова урбоэкосистемы // Вопросы современной науки и практики. Университет им. В. И. Вернадского. – 2009. – № 3(17). – С. 157–161.
14. Лёвкин Н.Д., Лазеба А.В. Распространение тяжелых металлов в зоне движения автотранспорта // Известия Тульского государственного университета. – 2014. – Вып. 3: Науки о Земле, № 3. – С. 9–16.
15. Жаркова Н.Н., Сухоцкая В.В., Ермохин Ю.И. Интенсивность биологического накопления микроэлементов (цинка и меди) растениями *Echinacea purpurea* L. в условиях Западной Сибири // Овощи России. – 2020. – № 2. – С. 87–90.

REFERENCES

1. Dukhovskiy P., Yuknis R., *Fiziologiya rasteniy*, 2003, T. 50, No. 2, pp. 165. (In Russ.)
2. Alekseev Yu.V., *Tyazhelye metally v pochvakh i rasteniyakh* (Heavy metals in soils and plants), Agropromizdat, Leningr. department, 1987, 142 p.
3. Set Yu.E., Revich B.A., Yanin E.P. and others, *Geokhimiya okruzhayushchey sredy* (Environmental geochemistry), Moscow: Nedra, 1990, 335 p.
4. Ilyin V.B., *Tyazhelye metally v sisteme pochva–rastenie* (Heavy metals in the soil-plant system), Novosibirsk: Science, 1991, 151 p.
5. Titov A.F., Kaznina N.M., Talanov V.V., *Tyazhelye metally i rasteniya* (Heavy metals and plants), Karelian scientific. Center of the Russian Academy of Sciences, Institute of Biology, Petrozavodsk, 2014, 192 p.
6. *O sanitarno-epidemiologicheskoy obstanovke v Novosibirskoy oblasti* (About the sanitary and epidemiological situation in the Novosibirsk region), Statistical bulletin for 2005 Novosibirsk, 2006, 26 p.

7. Syso A.I., Siromlya T.I., Biogeokhimiya khimicheskikh elementov i soedineniy v prirodnykh sredakh (Biogeochemistry of chemical elements and compounds in natural media), Materials 3 of the International school-seminar for young researchers, Tyumen, April 23-28, 2018, pp. 137-150. (In Russ.)
8. Sarsembayeva N.B.; Abdigaliyeva T.B.; Biltebay A.N.; Zhumagulova S.Z.; Aydarbekova A.B., Voprosy normativno-pravovogo regulirovaniya v veterinarii, 2020; No. 2, pp. 99-101. (In Russ.)
9. Okhrana prirody. Pochvy (Nature conservation. Soils), Moscow: Standardized, 2008.
10. Serdyukova A.F., Drumanshchikov D.A., Molodoy uchenyy, 2017, No. 51, pp. 131-135. (In Russ.)
11. Lozhkin, V.N., Zagryaznenie atmosfery avtomobil'nym transportom (Air pollution by road), Sankt-Petersburg: NPK Atmosphere, 2001, 297 p.
12. Davletova N.K., Sovremennye naukoemkie tekhnologii, 2005, No. 4, pp. 90-90. (In Russ.)
13. Satarov G.A., Korovina E.V., *Voprosy sovremennoy nauki i praktiki, University named after V.I. Vernadsky*, 2009, No. 3 (17), pp. 157–161. (In Russ.)
14. Levkin N.D., Lazeba A.V., *Izvestiya Tul'skogo gosudarstvennogo universiteta*, 2014, Is. 3, No. 3, pp. 9–16. (In Russ.)
15. Zharkova N.N., Sukhotskaya V.V., Yermokhin Y.I., *Ovoshchi Rossii*, 2020, No. 2, pp. 87–90. (In Russ.)