

ЭКОЛОГИЯ

Оригинальная научная статья

УДК 624.131.276:631.42:504.5(470-25)

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-47-56>



Оценка влияния торфяного грунта на содержание подвижных форм тяжелых металлов и аллелотоксичности в урбанизированных почвах под влаголюбивыми растениями в условиях Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

**Варвара Константиновна Гвоздь, Дмитрий Игоревич Шаламов,
Турмушбек Мурзабекович Джанчаров**

Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Варвара Константиновна Гвоздь; gvozd.v@rgau-msha.ru

Аннотация

В статье приведены результаты исследований сорбции тяжелых металлов и показателя аллелотоксичности под влаголюбивыми растениями в условиях разной антропогенной нагрузки в зависимости от применяемого грунта (торфяного грунта и дерново-подзолистой почвы, типичной для данной территории). При сравнительном выращивании влаголюбивых растений на дерново-подзолистой почве, типичной для данной территории, и на торфогрунте выявлена их специфика сорбирования тяжелых металлов: происходило снижение содержания свинца и меди в торфогрунте под влаголюбивыми растениями. В типичной дерново-подзолистой почве под влаголюбивыми растениями замечена обратная динамика. По содержанию цинка заметили, что при выращивании влаголюбивых растений на торфогрунте происходило увеличение содержания цинка в торфогрунте, исключение составляет тростник. Опыт проводили на территории Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева г. Москвы в течение 2019-2022 гг. Таким образом, влаголюбивые культуры, выращиваемые на торфяном грунте в качестве субстрата, можно применять для снижения содержания подвижных форм тяжелых металлов (свинца и меди) на урбанизированных почвах.

Ключевые слова

влаголюбивые растения, урбанизированные почвы, тяжелые металлы, торфогрунт, аллелотоксичность, загрязнение почвы, Экологический стационар РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева

Для цитирования

Гвоздь В.К., Шаламов Д.И., Джанчаров Т.М. Оценка влияния торфяного грунта на содержание подвижных форм тяжелых металлов и аллелотоксичности в урбанизированных почвах под влаголюбивыми растениями в условиях Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева // *Тимирязевский биологический журнал*. 2024. Т. 2, № 1. С. 47-56. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-47-56>

ECOLOGY

Original article

<https://doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-47-56>



Assessment of the effect of peat soil on the content of mobile forms of heavy metals and allelotoxicity in urbanized soils under moisture-loving plants at the Ecological Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

Varvara K. Gvozd, Dmitry I. Shalamov, Turmushbek M. Dzhancharov

Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Varvara K. Gvozd; gvozd.v@rgau-msha.ru

Abstract

The article presents the results of studies on the sorption of pollutants by moisture-loving plants when using peat soil under different anthropogenic loads. The comparative cultivation of moisture-loving plants on sod-podzolic soil, typical for this area, and on peat soil revealed their specificity in the sorption of heavy metals: there was a decrease in the content of lead and copper

in peat soil under moisture-loving plants. In typical sod-podzolic soil under moisture-loving plants the opposite dynamics was observed. As for the zinc content, it was found that it increased in peat soil under moisture-loving plants, with the exception of reed. The experiment was conducted on the territory of the Ecological Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy in Moscow in 2019-2022. Thus, moisture-loving plants grown on peat soil as a substrate can be used to reduce the content of mobile forms of heavy metals (lead and copper) in urbanized soils.

Keywords

moisture-loving plants, urbanized soils, heavy metals, peat soil, allelotoxicity, soil pollution, Ecological Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy

For citation

Gvozdz V.K., Shalamov D.I., Dzhancharov T.M. Assessment of the effect of peat soil on the content of mobile forms of heavy metals and allelotoxicity in urbanized soils under moisture-loving plants at the Ecological Station of the Russian State Agrarian University – Moscow Timiryazev Agricultural Academy. *Timiryazev Biological Journal*. 2024;2(1):47-56. <http://dx.doi.org/10.26897/2949-4710-2024-2-1-47-56>

Введение Introduction

Проблема сорбции поллютантов является наиболее важной в настоящее время с точки зрения сохранения устойчивости экологических систем и устранения вредного влияния транспорта и различных отраслей промышленности на окружающую среду [1, 2].

Токсические для растений вещества выделяются в почву также другими растениями в ходе конкурентной борьбы между ними за ресурсы. Данный процесс был назван аллелопатией. В связи с этим встает вопрос о том, как можно снизить миграцию загрязняющих веществ из почвы в организм растений. В наше время существует много методов, способствующих биологической сорбции поллютантов из почвы, одни из них – использование сорбционно-активных растений и добавок, улучшающих структуру почвы [3]. Для изучения была выбрана смесь торфа со щепой для эффективного использования метода очистки почвы от ионов свинца, меди, кадмия. Торф, формирующийся в результате специфической биогеотрансформации растительных остатков в условиях повышенной влажности и недостатка кислорода [4], обладает высокой сорбционной способностью с точки зрения как природного барьера на пути миграции вредных и опасных соединений, так и возможности получения промышленных сорбентов. Являясь продуктом природного происхождения, торф сам по себе не оказывает экологическую нагрузку на элементы окружающей среды [4].

Цель исследований: анализ сорбирования в торфяном грунте ионов тяжелых металлов под влаголюбивыми растениями в условиях разной антропогенной нагрузки.

Методика исследований Research method

Опыт был проведен на территории Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева в г. Москве в течение 2019-2022 гг.

По климатическому зонированию климат г. Москвы в целом характеризуется как умеренно континентальный с умеренно суровой (средняя температура воздуха составляет $-7,8^{\circ}\text{C}$), умеренно снежной зимой (высота снежного покрова в конце февраля достигает 40 см) и сравнительно теплым летом (средняя температура воздуха – $17,3^{\circ}\text{C}$) [5].

Согласно почвенно-географическому районированию территория г. Москвы относится к Среднерусской провинции дерново-подзолистых среднегумусированных почв подзоны дерново-подзолистых почв (типичные почвы) южной тайги бореального пояса [6].

Основным отличием почвы на опытном участке Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева от почв типичной дерново-подзолистой почвы для данной природной зоны является ее деградированность вследствие антропогенного вмешательства [7].

В качестве тестируемых были выбраны следующие влаголюбивые растения: рогоз узколистный (*Typha angustifolia*) 60 саженцев на 60 м², тростник обыкновенный (*Phragmites australis*) 80 саженцев на 60 м², ирис ложноаировый (*Iris pseudacorus*) 60 саженцев на 60 м², гречиха сахалинская (*Polygonum sachalinense*) 60 саженцев на 60 м², мох гипнум кипарисовый (*Hipnum cupressiforme*) 17 посадочных линий на 60 м², площадь делянки 60 м², опыт проводился в 3-х кратной повторности. Место проведения опыта представляет собой мелиоративный канал. Данный участок характеризуется искусственно созданной влагоемкой поверхностью (выращивание растений на торфяном субстрате, представляющего собой соотношение торфа и щепы 1:4). Место проведения опыта представляет собой мелиоративный канал. Данный участок характеризуется искусственно созданной влагоемкой поверхностью (выращивание растений на торфяном субстрате) (рис. 1), имеющей уклон для поверхностного стока вдоль канала [8, 9].

В качестве добавки, улучшающей структуру почвы, была выбрана торфяная смесь (смесь торфа и щепы).

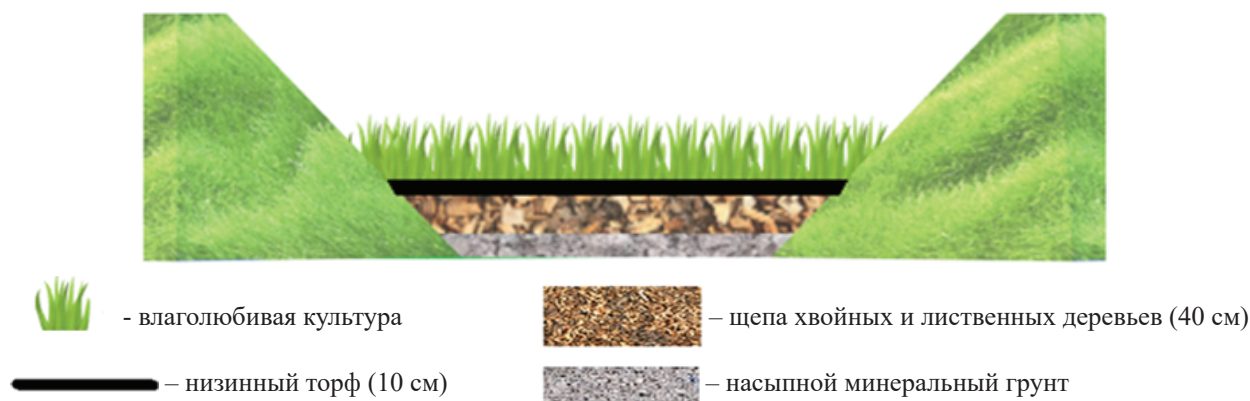


Рис. 1. Профиль канала с субстратом и влаголюбивыми растениями [9]

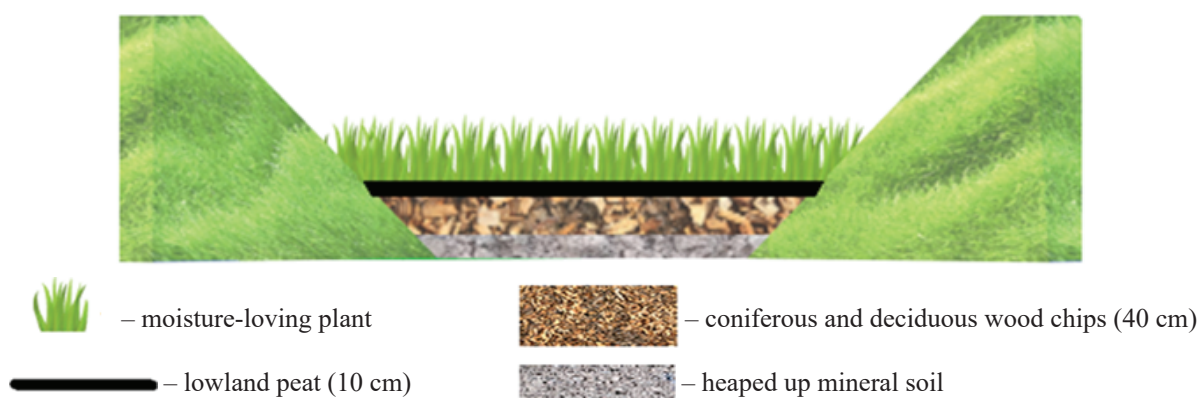


Fig. 1. Channel profile with substrate and moisture-loving plants [9]

Аллелотоксичность почв негативно влияет на развитие на них растений, что ярко проявляется в задержке появления всходов в полевых условиях – возникновении временного сдвига в развитии зерновых культур [10]. Оценку аллелотоксичности проводили на основе изменения длины проростков 7,5 г семян (~200 шт.) при их прорастании на песке с добавлением вытяжек из субстратов в сравнении с прорастанием семян на песке при добавлении дистиллированной воды. Длину проростков определяли, используя экспресс-метод, основанный на существовании линейной зависимости между насыщенным объемом проросших семян в воде и длиной их проростков [12].

Отбор объединенных проб в поле для проведения анализа производился по ГОСТ 28168-89-2008¹.

Массовая концентрация тяжелых металлов (Hg, Pb, Zn, Cd, Cu, As), мг/кг, на исследуемых участках определялась в Учебно-научном центре (УН ЦКП) «Сервисная лаборатория комплексного анализа химических соединений» по ГОСТ ISO 22036-2014².

Оценка уровня химического загрязнения торфяного грунта и типичной дерново-подзолистой

почвы как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводилась по показателям, разработанным при сопряженных геохимических исследованиях урбанизированной почвы. Такими показателями являются коэффициент концентрации химического вещества (Кс), который рассчитывается по формуле (1), и суммарный показатель загрязнения (Zс), рассчитываемый по формуле (2). Оценка степени опасности загрязнения почв и грунтов по показателю (Zс) проводилась в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287-03³.

Коэффициент концентрирования (извлечения) (Кс) рассчитывается по формуле:

$$K_c = \frac{C_i}{C_{\text{ф}}}, \quad (1)$$

где C_i – фактическое содержание элемента; $C_{\text{ф}}$ – геохимический фон.

Показатель суммарного загрязнения (Zс) рассчитывается по формуле:

$$Z_c = (\sum K_c) - (n - 1), \quad (2)$$

где K_c – Коэффициент концентрирования (извлечения) i -го химического элемента; n – число, равное количеству элементов, входящих в геохимическую ассоциацию.

¹ ГОСТ 28168-89-2008. Почвы. Отбор проб.

² ГОСТ ISO 22036-2014. Определение микро-элементов в экстрактах почвы с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии индуктивно связанной плазмы (ИСП-АЭС).

³ СанПиН 2.1.7.1287-03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.

Результаты и их обсуждение

Results and discussion

В результате исследований были проанализированы полученные экспериментальные данные.

Растения используют химические вещества для борьбы со стрессовыми воздействиями и конкурентами. Их проявление во время вегетации обуславливает усиление выработки растениями аллелотоксинов, их выделение, а следовательно, повышение аллелотоксичности почв [10].

В результате оценки аллелотоксичности типичной дерново-подзолистой почвы и торфяного грунта под исследуемыми влаголюбивыми растениями установлено, что наклонный рельеф и сточный промыв способствовали низкому показателю аллелотоксичности в торфогрунте под влаголюбивыми растениями (табл. 1).

Загрязненные тяжелыми металлами почвогрунты могут вызывать нарушение работы микробиоты почв, снижать продуктивность растительности и служить источником загрязнения других компонентов урбоэкосистем [13].

В результате оценки содержания тяжелых металлов (свинца, цинка, меди) в типичной дерново-подзолистой почве и торфогрунте под влаголюбивыми растениями была составлена гистограмма (рис. 2).

Было замечено превышение ПДК по свинцу (Pb) по общесанитарному показателю вредности под растениями тростника и ириса как в типичной дерново-подзолистой почве, так и в торфогрунте. Превышение концентрации свинца (Pb) под растениями рогоза наблюдается только в типичной дерново-подзолистой почве. По цинку (Zn) превышение ПДК по транслокационному показателю

вредности было замечено в типичной дерново-подзолистой почве под тростником, рогозом, гречихой, а превышение по цинку наблюдается в торфогрунте под растениями рогоза. По меди (Cu) превышение ПДК общесанитарного показателя вредности было замечено во всех вариантах, кроме вариантов, когда растения (тростник, рогоз, ирис, мох) выращивались на торфогрунте.

В результате анализа особо опасных тяжелых металлов, содержания ртути, кадмия, мышьяка в типичной дерново-подзолистой почве и торфогрунте под исследуемыми влаголюбивыми растениями была составлена гистограмма (рис. 3).

По содержанию ртути, кадмия и мышьяка превышение ПДК и ОДК замечено не было как в типичной дерново-подзолистой почве, так и в торфогрунте. Следует отметить вариабельность содержания данных тяжелых металлов.

По полученным данным содержания тяжелых металлов в почве под влаголюбивыми растениями в различных вариантах была оценена степень химического загрязнения почвы. В соответствии с оценочной шкалой опасности загрязнения почв по суммарному загрязнению определялась категория загрязнения почв (табл. 2, 3).

Суммарные показатели геохимического загрязнения (Zc) торфогрунта и типичной дерново-подзолистой почвы под влаголюбивыми растениями относятся к умеренно опасным категориям загрязнения почв (содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем показателе вредности общесанитарном (для свинца и меди) или транслокационном (для цинка), кроме варианта, когда на торфогрунте выращивался мох. Данный торфогрунт по характеристикам относится к чистой категории загрязнения.

Таблица 1

Данные анализа аллелотоксичности в торфяном грунте под исследуемыми влаголюбивыми растениями, % (расчеты автора по [1])

Растение	Аллелотоксичность, %
Тростник	+11
Ирис	+16
Мох	+13
Рогоз	+10

Table 1

Data of allelotoxicity analysis in peat soil under the studied moisture-loving plants, % (author's calculations according to [1])

Plant	Allelotoxicity, %
Reed	+11
Iris	+16
Moss	+13
Cattail	+10

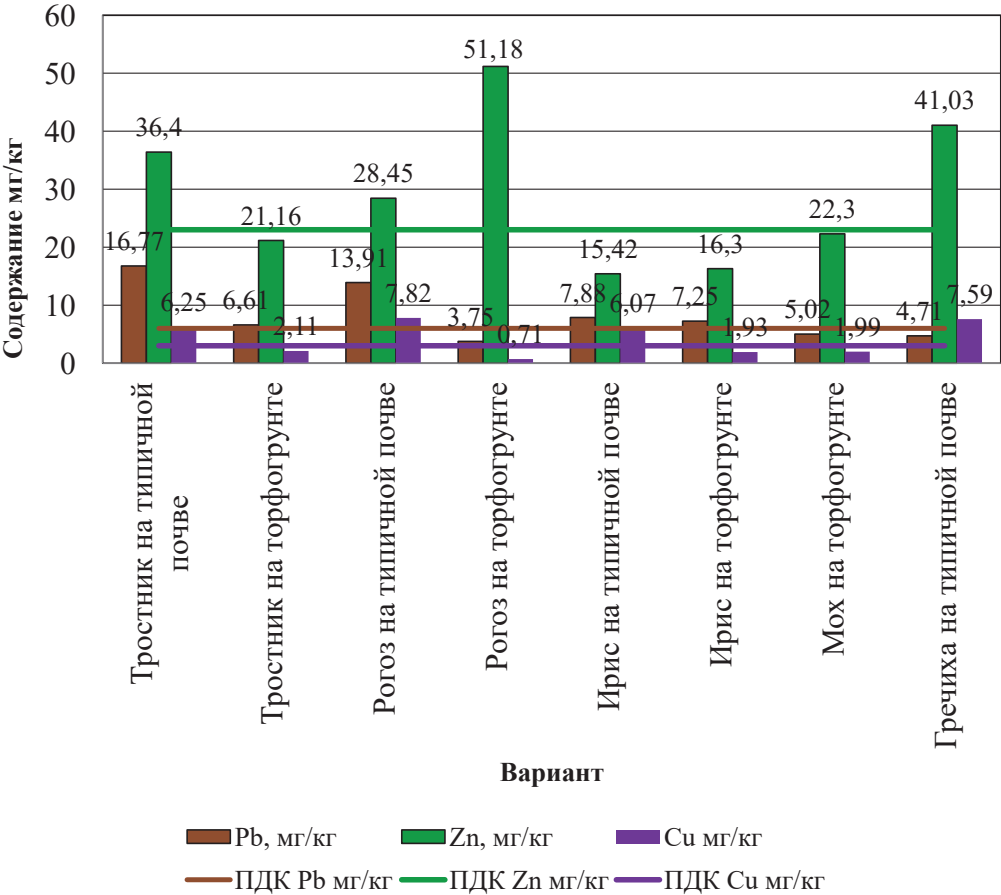


Рис. 2. Содержание свинца, цинка, меди в типичной дерново-подзолистой почве и торфяном грунте, мг/кг (расчеты автора по [2])

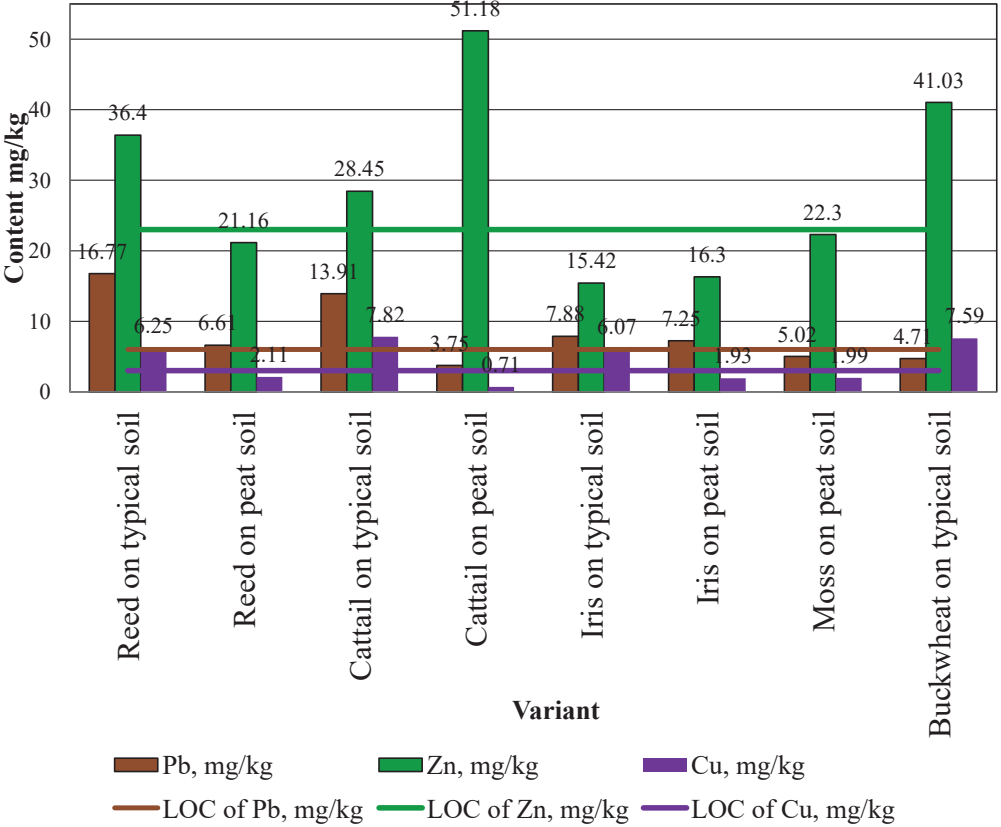


Fig. 2. Content of lead, zinc, copper in typical sod-podzolic soil and peat soil, mg/kg (author's calculations according to [2])

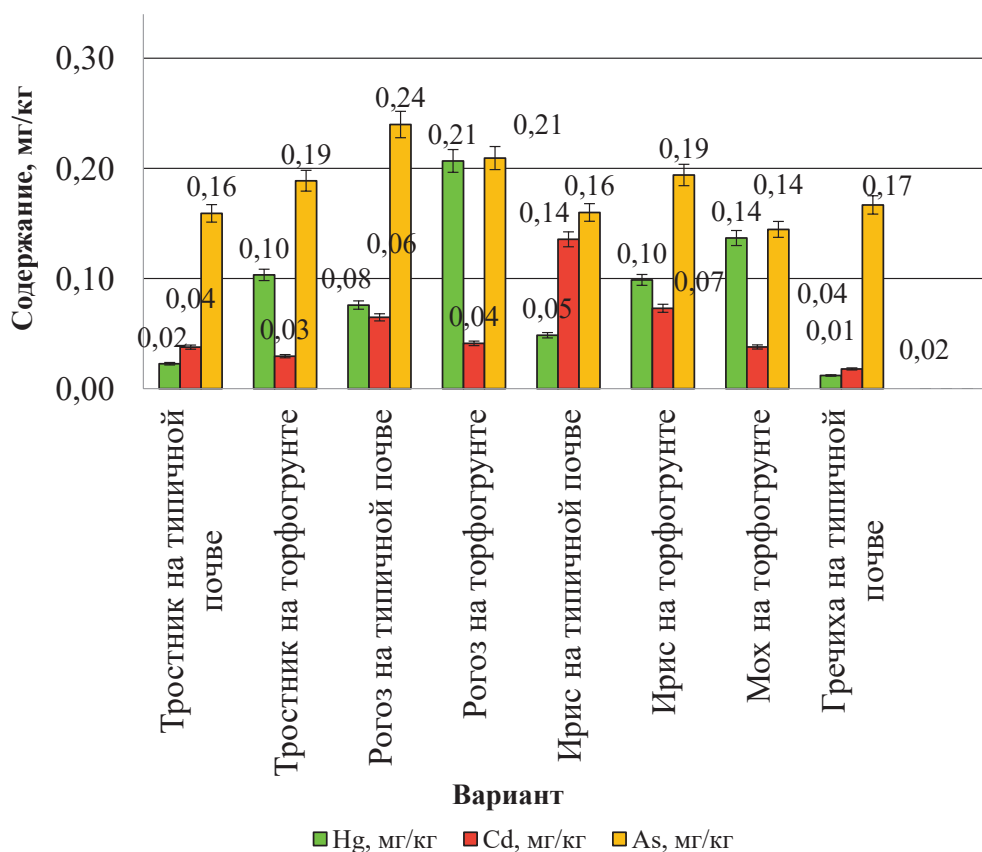


Рис. 3. Содержание ртути, кадмия и мышьяка в типичной дерново-подзолистой почве и торфяном грунте, мг/кг (расчеты автора по [3])

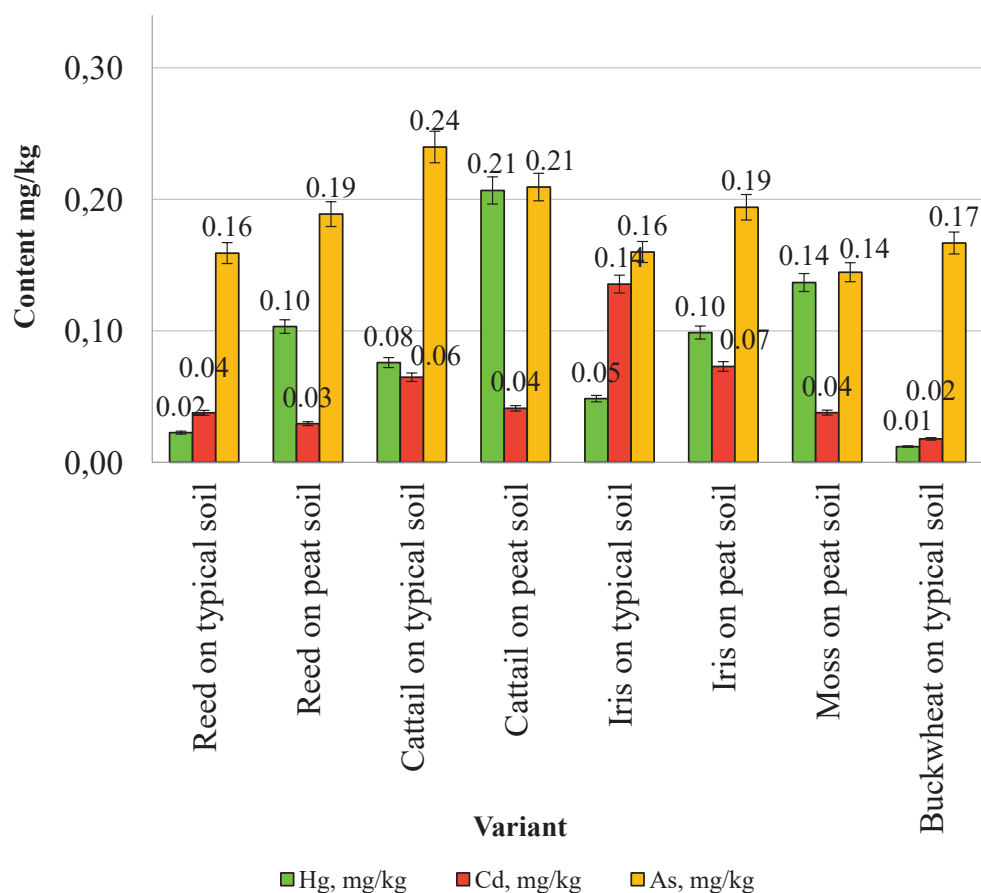


Fig. 3. Content of mercury, cadmium and arsenic in typical sod-podzolic soil and peat soil, mg/kg (author's calculations according to [3])

Таблица 2

Оценка степени химического загрязнения по содержанию в почвах
тяжелых металлов (свинца, цинка, меди), мг/кг
(расчеты автора по [2])

Вариант	Pb, мг/кг	Фоновое содержание Pb, мг/кг	Zn, мг/кг	Фоновое содержание Zn, мг/кг	Cu мг/кг	Фоновое содержание Cu, мг/кг
Тростник на типичной почве	16,77	26	36,4	50	6,25	27
Тростник на торфогрунте	6,61		21,16		2,11	
Рогоз на типичной почве	13,91		28,45		7,82	
Рогоз на торфогрунте	3,75		51,18		0,71	
Ирис на типичной почве	7,88		15,42		6,07	
Ирис на торфогрунте	7,25		16,3		1,93	
Мох на торфогрунте	5,02		22,3		1,99	
Гречиха на типичной почве	4,71		41,03		7,59	

Table 2

Assessment of the degree of chemical pollution by the content
of heavy metals (lead, zinc, copper) in soils, mg/kg
(author's calculations according to [2])

Variant	Pb, mg/kg	Background Pb content, mg/kg	Zn, mg/kg	Background Zn content, mg/kg	Cu mg/kg	Background Cu content, mg/kg
Reed on typical soil	16.77	26	36.4	50	6.25	27
Reed on peat soil	6.61		21.16		2.11	
Cattail on typical soil	13.91		28.45		7.82	
Cattail on peat soil	3.75		51.18		0.71	
Iris on typical soil	7.88		15.42		6.07	
Iris on peat soil	7.25		16.3		1.93	
Moss on peat soil	5.02		22.3		1.99	
Buckwheat on typical soil	4.71		41.03		7.59	

Таблица 3

Оценка степени химического загрязнения по содержанию в почвах
тяжелых металлов (ртути, кадмия, мышьяка), мг/кг
(расчеты автора по [3])

Вариант	Hg, мг/кг	Фоновое содержание Hg, мг/кг	Cd, мг/кг	Фоновое содержание Cd, мг/кг	As, мг/кг	Фоновое содержание As, мг/кг	Суммарный показатель геохимического загрязнения (Zc)
Тростник на типичной почве	0,023	0,15	0,0377	0,3	0,159	6,6	–3,0951
Тростник на торфогрунте	0,103		0,0295		0,189		–3,4293
Рогоз на типичной почве	0,076		0,0647		0,240		–2,8485
Рогоз на торфогрунте	0,207		0,0411		0,209		–2,2589
Ирис на типичной почве	0,048		0,1356		0,160		–3,3644
Ирис на торфогрунте	0,099		0,0729		0,194		–3,3932
Мох на торфогрунте	0,137		0,0378		0,145		–3,2276
Гречиха на типичной почве	0,012		0,0179		0,167		–3,5526

Table 3

Assessment of the degree of chemical pollution by the content
of heavy metals (mercury, cadmium, arsenic) in soils, mg/kg
(author’s calculations according to [3])

Variant	Hg, mg/kg	Background Hg content, mg/kg	Cd, mg/kg	Background Cd content, mg/kg	As, mg/kg	Background As content, mg/kg	Total geochemical pollution index (Zc)
Reed on typical soil	0.023	0.15	0.0377	0.3	0.159	6.6	–3.0951
Reed on peat soil	0.103		0.0295		0.189		–3.4293
Cattail on typical soil	0.076		0.0647		0.240		–2.8485
Cattail on peat soil	0.207		0.0411		0.209		–2.2589
Iris on typical soil	0.048		0.1356		0.160		–3.3644
Iris on peat soil	0.099		0.0729		0.194		–3.3932
Moss on peat soil	0.137		0.0378		0.145		–3.2276
Buckwheat on typical soil	0.012		0.0179		0.167		–3.5526

Выводы
Conclusions

1. Сравнительное исследование выращивания влаголюбивых растений на торфяном грунте и в типичной дерново-подзолистой почве выявило особенности поглощения тяжелых металлов. Было обнаружено, что содержание свинца и меди снижается при выращивании растений на торфяном грунте по сравнению с дерново-подзолистой почвой. Например, при выращивании тростника содержание

свинца уменьшилось с 16,77 до 6,61 мг/кг, а меди – с 6,25 до 2,11 мг/кг. При выращивании рогоза содержание свинца снизилось с 13,91 до 3,75 мг/кг, а меди – с 7,82 до 0,71 мг/кг. В случае ириса содержание свинца уменьшилось с 7,88 до 7,25 мг/кг, а меди – с 6,07 до 1,93 мг/кг. Что касается цинка, то наблюдалась противоположная тенденция: его содержание увеличивалось при выращивании растений на торфяном грунте, за исключением тростника, в почве которого содержание цинка снижалось при выращивании на торфяном грунте.

2. Низкий показатель аллелотоксичности в торфогрунте под влаголюбивыми растениями при значениях от +10 до +16% достигнут, вероятно, путем использования насыщенного грунта (смеси торфа с опилками), наклонного ландшафта для сточного промыва.

3. Обнаружено превышение ПДК по свинцу (Pb) с точки зрения общесанитарного показателя вредности под тростником и ирисом. Превышение нормы по цинку наблюдается в торфогрунте под рогозом. Анализ тяжелых металлов, концентрация которых не превышает значений ПДК (ртуть, кадмий, мышьяк), показывает внутреннюю

изменчивость: например, португи – от 0,01 до 0,2 мг/кг, по кадмию – от 0,0178 до 0,135 мг/кг, по мышьяку – от 0,144 до 0,239 мг/кг.

Проведенное исследование на базе Экологического стационара РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева позволило установить, что на урбанизированных почвах наиболее эффективными для снижения содержания подвижных форм тяжелых металлов (свинца и меди), а также для снижения аллелотоксичности почвы являются влаголюбивые культуры, выращиваемые на торфяном грунте в качестве субстрата.

Список источников

1. Парфенова Л.Н., Боголицын К.Г., Селянина С.Б., Труфанова М.В. и др. Компонентный состав и структурная организация торфа болотных массивов Европейского севера России // *Вестник САФУ. Серия «Естественные науки»*. 2014. № 4. С. 143-154. EDN TJUNHV
2. Parfenova L.N., Selyanina S.B., Trufanova M.V., Bogolitsyn K.G. et al. Influence of climatic and hydrological factors on structure and composition of peat from northern wetland territories with low anthropogenic impact. *Science of the Total Environment*. 2016;551-552:108-115. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.204>
3. Гвоздь В.К., Шаламов Д.И., Джанчаров Т.М. Технология посадки рогоза узколистного на торфяном грунте для достижения максимального накопления органического углерода в почве // *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*. 2023. Т. 5, № 59. С. 1-5. <https://doi.org/10.51419/202135523>
4. Орлов А.С., Пономарева Т.И., Селянина С.Б., Труфанова М.В. и др. Структура и сорбционные свойства верхового торфа приарктических территорий // *Успехи современного естествознания*. 2017. № 1. С. 18-22. EDN XWROSZ
5. Ракитин В.С., Еланский Н.Ф., Скороход А.И., Д жола А.В. и др. Долговременные тенденции общего содержания окиси углерода в атмосфере Московского мегаполиса // *Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана*. 2021. Т. 57, № 1. С. 126-136. <https://doi.org/10.31857/S0002351521010107>
6. Мартыненко И.А., Прокофьева Т.В. Состав почвенного покрова города Москвы // *Почвы – стратегический ресурс России: Тезисы докладов VIII съезда Общества почвоведов им. В.В. Докучаева и Школы молодых ученых по морфологии и классификации почв, 22 апреля 2021 г.* Сыктывкар: Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, 2021. Т. 3. С. 456-457. EDN ERFVNB
7. Александров Н.А., Гвоздь В.К., Джанчаров Т.М., Степанов А.В. Экологическая оценка качественных характеристик газонных травостоев на урбанизированных дерново-подзолистых почвах в условиях Экологического стационара РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // *АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал*. 2022. Т. 3, № 51. С. 1-5. <https://doi.org/10.51419/202123312>
8. Шаламов Д.И., Джанчаров Т.М., Александров Н.А., Васенев И.И. Решение проблемы переувлажненных

References

1. Parfenova L.N., Bogolitsyn K.G., Selyanina S.B., Trufanova M.V. et al. Component composition and structural organization of peat of bogs of the European North of Russia. *Arctic Environmental Research*. 2014;4:143-154. (In Russ.)
2. Parfenova L.N., Selyanina S.B., Trufanova M.V., Bogolitsyn K.G. et al. Influence of climatic and hydrological factors on structure and composition of peat from northern wetland territories with low anthropogenic impact. *Science of the Total Environment*. 2016;551-552:108-115. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.01.204>
3. Gvozdz V.K., Shalamov D.I., Dzhancharov T.M. The technology of planting narrow-leaved cattail on peat soil to achieve maximum accumulation of organic carbon in the soil. *Agroecoinfo*. 2023;5(59):1-5. (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202135523>
4. Orlov A.S., Ponomareva T.I., Selyanina S.B., Trufanova M.V. et al. Structure and sorption properties of high-moor peat of Subarctic territories. *Uspekhi sovremennogo estestvoznaniya*. 2017;1:18-22. (In Russ.)
5. Rakitin V.S., Elansky N.F., Skorokhod A.I., Dzhola A.V. et al. Long-term tendencies of carbon monoxide in the atmosphere of the Moscow megapolis. *Izvestiya. Atmospheric and Oceanic Physics*. 2021;57(1):126-136. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S0002351521010107>
6. Martynenko I.A., Prokofieva T.V. The composition of the soil cover of the city of Moscow. *VIII s'ezd Obshchestva pochvedovedov im. V.V. Dokuchayeva i shkoly molodykh uchenykh po morfologii i klassifikatsii pochvy "Pochvy – strategicheskiy resurs Rossii", April 22, 2021*. Syktyvkar, Russia: Institut biologii Komi NTS UrO RAN, 2021;3:456-457. (In Russ.)
7. Aleksandrov N.A., Gvozdz V.K., Dzhancharov T.M., Stepanov A.V. Ecological assessment of the qualitative characteristics of lawn grasses on urbanized sod-podzolic soils under the conditions of the Russian State Agrarian University named after K.A. Timiryazev Ecological Station. *Agroecoinfo*. 2022;3(51). (In Russ.) [Electronic source] <https://doi.org/10.51419/202123312>
8. Shalamov D.I., Dzhancharov T.M., Alexandrov N.A., Vasenev I.I. Solving the problem of wetlands

территорий в условиях мегаполиса на примере Экологического стационара РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева // *Агрохимический вестник*. 2021. № 2. С. 63-66. <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-2-013>

9. Шаламов Д.И., Джанчаров Т.М. Методика закладки опытов влаголюбивыми культурами (мох, тростник, рогоз) в условиях городских экосистем // *Агрохимический вестник*. 2022. № 3. С. 74-78. <https://doi.org/10.24412/10/29-2551-2022-3-014>

10. Шоба С.А., Грачева Т.А., Федотов Г.Н., Тер-Петросянц Г.Э. и др. Аллелотоксичность тепличных субстратов после выращивания овощей // *Доклады Российской академии наук. Науки о жизни*. 2023. Т. 510, № 1. С. 303-307. <https://doi.org/10.31857/S268673892370021X>

11. Трухачев В.И., Сычева О.В., Стародубцева Г.П., Веселова М.В. Технология молочного фиточая «Стевилакт» // *Пищевая индустрия*. 2012. № 2. С. 18-20. EDN: SMRFTD

12. Федотов Г.Н., Шалаев В.С., Батырев Ю.П. Проблемы разработки стимуляторов развития семян // *Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 100-летию высшего лесного образования в г. Воронеже и ЦЧР России «Экологические и биологические основы повышения продуктивности и устойчивости природных и искусственно возобновляемых лесных экосистем», 4-6 октября 2018 г. Воронеж: ВГЛУ им. И.Ф. Морозова, 2018. Т. 1. С. 615-623. EDN VVPLCX*

13. Степанов А.В., Потапова В.А., Морев Д.В., Васенев И.И. Экологическая оценка влияния разного состава почвогрунта и травосмеси на состояние модельных газонов в условиях Москвы // *АгроЭкоИнфо*. 2022. Т. 6, № 54. С. 1-5. <https://doi.org/10.51419/202126645>

in the conditions of megapolis by example Environmental Station of the Russian Timiryazev State Agrarian University *Agrochemical Herald*. 2021;2:63-66. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/1029-2551-2021-2-013>

9. Shalamov D.I., Dzhancharov T.M. Methodology of laying experiments with moisture-loving crops (moss, reed, cattail) in urban ecosystems. *Agrochemical Herald*. 2022;3:74-78. (In Russ.) <https://doi.org/10.24412/10/29-2551-2022-3-014>

10. Shoba S.A., Gracheva T.A., Fedotov G.N., Ter-Petrosyants G.E. et al. Allelotoxicity of greenhouse substrates after vegetable cultivation. *Doklady Rossijskoj Akademii Nauk. Nauki o zhizni*. 2023;510(1):303-307. (In Russ.) <https://doi.org/10.31857/S268673892370021X>

11. Trukhachev V.I., Sycheva O.V., Starodubtseva G.P., Veselova M.V. Technology of milk herbal tea “Stevilakt”. *Pishchevaya industriya*. 2012;2:18-20. (In Russ.)

12. Fedotov G.N., Shalaev B.C., Batyrev Y.P. Problems of developing seed development stimulants. *Mezhdunarodnaya nauchno-prakticheskaya konferentsiya, posvyashchennaya 100-letiyu vysshego lesnogo obrazovaniya v g. Voronezh i TsChR Rossii “Ekologicheskie i biologicheskie osnovy povysheniya produktivnosti i ustoychivosti prirodnikh i iskusstvenno vozobnovlennykh lesnykh ekosistem”, October 04-06, 2018. Voronezh, Russia: Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov, 2018;1:615-623. (In Russ.)*

13. Stepanov A.V., Potapova V.A., Morev D.V. Vasenev, I.I. Ecological assessment of the influence of different composition of soil and grass mixture on the state of model lawns in Moscow condition. *Agroecoinfo*. 2022;6(54):1-5. (In Russ.) <https://doi.org/10.51419/202126645>

Сведения об авторах

Варвара Константиновна Гвоздь, аспирант, ассистент кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: gvozd.v@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4242-1108>

Дмитрий Игоревич Шаламов, ассистент кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: shalamov.dmitrii@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7904-8663>

Турмушбек Мурзабекович Джанчаров, кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева; 127434, г. Москва, Тимирязевская ул., 49; e-mail: tdzhancharov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0684-6253>

Information about the authors

Varvara K. Gvozd, PhD student, assistant at the department of ecology, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127434, Moscow, 49 Timiryazevskaya St., e-mail: gvozd.v@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4242-1108>

Dmitry I. Shalamov, assistant at the department of ecology, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127434, Moscow, 49 Timiryazevskaya St., e-mail: shalamov.dmitrii@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0009-0003-7904-8663>

Turmushbek M. Dzhancharov, associate professor of the department of ecology, candidate of biological sciences, Moscow Timiryazev Agricultural Academy, 127434, Moscow, 49 Timiryazevskaya St., e-mail: tdzhancharov@rgau-msha.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0684-6253>

Статья поступила в редакцию 18.12.2023
Одобрена после рецензирования 19.03.2024
Принята к публикации 20.03.2024

The article was submitted to the editorial office
December 18, 2023
Approved after reviewing March 19, 2024
Accepted for publication March 20, 2024