

ОСОБЕННОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ГОРОДСКИХ ПОЧВАХ

*А.Е. Сорокин, к.э.н., Московский авиационный институт,
В.И. Савич, д.с.-х.н., Л.В. Мосина, д.б.н., РГАУ-МСХА им. К.А.Тимирязева
тел. 8-905-501-14-46 E-mail: savich.mail@gmail.com
тел. 8-499-158-41-34, E-mail: kaf614@mail.ru*

Исследования проведены в почвах парков и скверов г. Москвы. Показано, что содержание тяжелых металлов возрастает не только вблизи АЗС, автотрасс, но и при уплотнении почв, развитии дернового процесса почвообразования, на почвах более тяжелого гранулометрического состава, более гумусированных, в пониженных элементах рельефа. Отмечается в основном увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов при кислой реакции среды, при образовании комплексов поливалентных металлов с лигандами водорастворимых органических веществ почв. В городских условиях на миграцию и накопление в почвах тяжелых металлов влияют поливалентность локальных загрязнителей, засоление почв антигололедными реагентами, загрязнение нефтепродуктами, простая замена грунтов, антропогенные физические поля.

Ключевые слова: тяжелые металлы, городские почвы, загрязнение, характер хозяйственного использования, факторы, влияющие на подвижность.

DOI: 10.25680/S19948603.2020.115.17

Исследования проведены в почвах парков и скверов г. Москвы. Показано, что содержание тяжелых металлов возрастает не только вблизи АЗС, автотрасс, но и при уплотнении почв, развитии дернового процесса почвообразования, на почвах более тяжелого гранулометрического состава, более гумусированных, в пониженных элементах рельефа. В основном отмечается увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов при кислой реакции среды, при образовании комплексов поливалентных металлов с лигандами водорастворимых органических веществ почв. В городских условиях на миграцию и накопление в почвах тяжелых металлов влияет поливалентность локальных загрязнителей, засоление почв антигололедными реагентами, загрязнение нефтепродуктами, простая замена грунтов, антропогенные физические поля, влияющие на миграцию.

Ключевые слова: тяжелые металлы, город, загрязнение, характер хозяйственного использования, факторы, влияющие на подвижность

Объекты исследования. Объектами исследования выбраны дерново-подзолистые и торфяно-перегнойные почвы парков г. Москвы, почвы скверов, газонов, дворовых площадок, вблизи АЗС и автотрасс [10].

Методика. Состояла в оценке содержания в почвах водорастворимых соединений тяжелых металлов, растворимых в $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ с pH 4,8, в 0,1 н. HNO_3 , в оценке плотности почв, pH, состояния растительного покрова [1, 2, 6, 9, 10, 14].

Экспериментальная часть. Для городских территорий и промышленных зон целесообразно выделять следующие особенности поведения тяжелых металлов в почвах.

1. Миграция и трансформация тяжелых металлов в городских почвах в значительной степени определяются влиянием во взаимодействии различных антропогенных физических полей (шума, вибрации, электромагнитного излучения и т.д.), а также измененными пара-

метрами естественных геофизических полей (гравитации, магнитного поля) и космических излучений.

2. Миграция и трансформация соединений тяжелых металлов в городских почвах определяются большей локальностью источников их поступления в почвы, водную и воздушную среды, различным набором тяжелых металлов в продуктах загрязнения.

3. Миграция и трансформация соединений тяжелых металлов в городских почвах в значительной степени определяются их поступлением в компоненты экосистемы совместно с нефтепродуктами, антигололедными реагентами, поверхностно-активными веществами.

4. Городские почвы существенно отличаются по своим свойствам от зональных почв, что определяет и особенности трансформации в них тяжелых металлов.

5. В городских почвах другой микроклимат, что определяет и особенности трансформации и миграции в них тяжелых металлов.

6. Миграция тяжелых металлов в воздушной среде определяется направлением и скоростью ветра. Однако в городских условиях эти показатели существенно изменяются в зависимости от высоты и расположения домов, других строений. При большем расстоянии от объекта загрязнения, но на почвах более тяжелого гранулометрического состава, закрепление тяжелых металлов будет больше под листовыми породами и на газонах при более интенсивном развитии дернового процесса почвообразования по сравнению с оподзоливанием, в пониженных элементах рельефа.

7. В городских почвах произрастают растения, нетипичные для почвенно-климатической зоны, где расположен исследуемый объект. Поэтому влияние на них тяжелых металлов различается.

1. *Состояние тяжелых металлов в почвах.*

Тяжелые металлы в почвах находятся в водорастворимой форме, связаны в комплексы с органическими лигандами, поглощены почвенным поглощающим комплексом.

Растения, произрастающие вблизи источников загрязнения, поглощают тяжелые металлы. При этом увеличивается доля их положительно заряженных, не связанных в комплексы, соединений (табл. 1) [5, 12].

1. Аккумуляция положительно и отрицательно заряженных тяжелых металлов в листьях, мг/л

| Листья | Заряд соединений | Pb | Mn | Zn | Fe |
|----------------|------------------|------|------|------|------|
| С налетом пыли | + | 0,25 | 0,47 | 0,44 | 2,10 |
| | - | 0,16 | 0,30 | 0,06 | 1,00 |
| Обмытые | + | 0,10 | 0,36 | 0,40 | 2,20 |
| | - | 0,07 | 0,20 | 0,14 | 0,60 |

При загрязнении растений тяжелыми металлами они в большей степени выделяют их с транспирацией [10, 11]. Это иллюстрируют данные таблицы 2.

2. Выделение тяжелых металлов растениями с транспирацией в зависимости от их содержания в листьях, мг/л

| Растения | Вариант опыта | Содержание в эвапоратах |
|---------------|---------------|-------------------------|
| Клен | Контроль | 0,11±0,04 |
| | + Pb | 0,18±0,02 |
| Одуванчик | Контроль | 0,08±0,02 |
| | + Cu | 0,17±0,10 |
| Мать-и-мачеха | Контроль | 0,08±0,01 |
| | + Cu | 1,56±1,40 |

Загрязнение поливалентными металлами коррелирует с загрязнением ими снежного покрова, верховодки. Это иллюстрируют полученные на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА данные (табл. 3).

3. Содержание тяжелых металлов в снежном покрове и поверхностных водах ЛОД, мг/л

| Показатель | Водорастворимые формы | | | Кислотно-растворимые формы | | |
|------------|-----------------------|----|-----------|----------------------------|----------|-----------|
| | Pb | Fe | Mn | Pb | Fe | Mn |
| Снег | 0,14±0,01 | 0 | 0,02±0,01 | 0,26±0,03 | 13,8±4,7 | 0,28±0,05 |
| Верховодка | 0,34±0,01 | 0 | 0,77±0,01 | 0,52±0,04 | 32,2±0,9 | 2,70±0,01 |

Подвижные формы тяжелых металлов чаще всего извлекают из почв вытяжкой 0,1 н. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$ с pH 4,8 (в других странах с pH 7,0). При других величинах pH в исследуемых почвах (в городских почвах ≈ 6-7) реальное содержание подвижных форм будет иным. На содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах существенно влияет комплексобразующая способность почвенных растворов [7, 13]. Это иллюстрируют данные таблицы 4.

4. Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах ЛОД г. Москвы

| Почва | Ион | Вытеснено из почв, мг/л (П:Р = 1:5) | | |
|----------------------------|-----|-------------------------------------|------------|-----------|
| | | KCl | KCl + ЭДТА | KCl + NTA |
| Торфяно-перегнойно-глеевая | Pb | 1,6±1,3 | 2,9±0,8 | 0,2±0,02 |
| | Zn | 1,6±0,2 | 7,6±2,4 | 1,1±0,1 |
| | Fe | 0,7±0,1 | 84,9±14,9 | 1,1±0,3 |
| Дерново-подзолистая | Pb | 4,3±2,1 | 3,1±0,7 | 0,4±0,1 |
| | Zn | 0,9±0,1 | 3,5±1,5 | 0,9±0,1 |
| | Fe | 0,7±0,3 | 74,1±11,5 | 1,1±0,1 |

Примечание. П – почва, Р – растение.

Из представленных данных видно, что добавление комплексона ЭДТА в раствор десорбента KCl значительно повысило вытеснение из почв Fe (pK_H – Fe-ЭДТА = 32), в меньшей степени Zn (pK_H = 21) и Pb (pK_H

= 16). Константы нестойкости этих металлов с NTA составляют: для Fe – 26, для Zn – 10,7, для Pb – 11,4 [3, 4].

2. Зависимость содержания тяжелых металлов в почвах от свойств почв и факторов почвообразования.

Содержание тяжелых металлов в городских почвах зависит не только от расстояния от источника загрязнения, но и от рельефа территории, растительной ассоциации, гранулометрического состава почв. Так, на участках, более удаленных от автотрассы, но в нижних частях катены содержание тяжелых металлов выше, чем на участках, расположенных ближе к автотрассе, но на склоне или плато.

Тяжелые металлы накапливаются в верхнем слое почв при развитии дернового процесса почвообразования и их содержание уменьшается при развитии оподзоливания. Они удерживаются в верхнем слое почв тяжелого гранулометрического состава и при увеличении в минералогическом составе доли минералов 2:1 и 2:2 и вымываются из почв легкого гранулометрического состава.

Содержание тяжелых металлов в почвах определяется рядом факторов: $Y = \sum k_i X_i^n t$, где k_i – степень влияния фактора, X_i – интенсивность воздействия фактора, t – продолжительность воздействия, n – показатель экспоненциальной зависимости.

При этом при действии внешних факторов на подвижность в почве тяжелых металлов проявляются эффекты синергизма и антагонизма.

Так, на территории Лесной опытной дачи РГАУ – МСХА на дерново-подзолистых почвах в аккумулятивном ландшафте содержание Pb (в вытяжке 0,1 н. $\text{CH}_3\text{COONH}_4$) составляло при отношении П:Р = 1:5 – 0,32; 0,22 мг/л; Mn – 1,83; 2,97; Fe – 0,91; 0,81 мг/л. В то же время, на минимальной отметке (склон к озеру) содержание Pb равно 0,06 мг/л, Mn – 0,21, Fe – 0,38 мг/л, а в 10 м от шоссе на более высоком участке Pb – 0,61 мг/л, Mn – 2,89, Fe – 1,74 мг/л.

Как правило, с увеличением удаленности от автотрассы содержание тяжелых металлов в почвах, в растениях и в снежном покрове уменьшается. Так, по полученным данным, в условиях Лесной опытной дачи МСХА содержание свинца в снеге уменьшается с 0,16 до 0,03 мг/л, марганца – с 0,03 до 0,01. В гумусовом горизонте на расстоянии 20 м от шоссеной дороги содержание Pb в вытяжке 1н. KCl было 24,8 мг/кг, а на расстоянии 500 м от дороги – 6,5 мг/кг. Содержание Pb, Zn, Cu в снеге на расстоянии 30 м от автомагистрали составляло, соответственно, 134,9; 292,1 и 192,8 мг/м², а в центре лесного массива ЛОД – Pb – 18,8, Zn – 104,0 и Cu – 32,9 мг/м² поверхности.

Содержание тяжелых металлов выше вблизи автомагистралей. Так, среди 64 проб средняя величина pH_{H_2O} составляла 7,5±0,1, содержание цинка – 23,3±2,4 мг/кг, свинца – 13,0±1,3, кадмия – 1,07±0,1, меди – 3,7±0,5 мг/кг. При этом максимальное содержание подвижных цинка, свинца, кадмия составляло, соответственно, 123, 99 и 2,7 мг/кг (на ул. Прянишникова) и меди – 17,3 мг/кг (у станции метро «Петровско-Разумовская»).

На содержание подвижных и водорастворимых форм тяжелых металлов в почвах влияют pH почвы и степень её гумусированности. Это подтверждают данные таблицы 5.

5. Содержание водорастворимых форм тяжелых металлов в почвах парка им. Н.Гастелло (Уфа), мг/100 г = мг/л

| Ионы | pH _{H2O} | | Гумус, % | |
|------|-------------------|-----------|-----------|-----------|
| | > 8,0 | < 8,0 | > 4,0 | < 4,0 |
| Pb | 0,13±0,02 | 0,15±0,03 | 0,18±0,06 | 0,15±0,03 |
| Ni | 0,07±0,01 | 0,08±0,01 | 0,08±0,01 | 0,07±0,01 |
| Fe | 0,20±0,10 | 0,20±0,20 | 0,32±0,13 | 0,01±0,01 |

При этом на содержание тяжелых металлов в почвах влияет степень развития дернового процесса почвообразования, оподзоливания, оглеения. Так, по данным Н.М. Грачевой, в дерново-подзолистых почвах ЛОД г. Москвы под дубом VII и VIII классов возраста содержание свинца на расстоянии 100 и 500 м от автодорожки составляло, соответственно, 15,9 и 7,7 г/м², цинка – 13,5 и 9,0, меди – 15,1 и 0,9 г/м². Под сосной и березой содержание Pb составляло, соответственно, 18,6 и 5,8, Zn – 27,4 и 6,6, меди – 11,9 и 2,0 г/м². То есть под дубом при развитии дернового процесса с увеличением расстояния от дороги со 100 до 500 м содержание Pb в верхнем слое почв уменьшилось в 2,1 раза, Zn – в 1,5 раза, а под сосной и березой содержание свинца снизилось в 3,2 раза, цинка – в 4,1 раза [8].

Для городских территорий на содержание подвижных форм тяжелых металлов в значительной степени влияет повышенное уплотнение почв [8]. Так, на Лесной опытной даче РГАУ-МСХА при естественной антропогенной нагрузке на дерново-подзолистых почвах под сосново-березовой ассоциацией в сентябре плотность в слое 0-10 см равнялась 0,7 г/см³, выделение CO₂ – 128,0 мг/(м²·ч), при повышенной нагрузке ОБ = 1,3 г/см³, выделение CO₂ – 85,4 мг/(м²·ч). Длина корней биотеста при слабом и сильном уплотнениях составляла, соответственно, 4,5±0,4 и 2,7±0,5 см, длина стеблей – 1,7±0,3 и 1,2±0,3 см. Содержание водорастворимого свинца при слабом и сильном уплотнениях – 0,05 и 0,09 мг/л, меди – 0,08 и 0,12 мг/л.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов зависит от степени гидроморфности почв. При промывном типе водного режима происходит подкисление почв, при непромывном – подщелачивание. При этом в пределах pH, возможных в городских условиях, подкисление увеличивает содержание подвижных форм тяжелых металлов. В то же время, развитие анаэробных условий увеличивает содержание в почвах гидроксидов железа, марганца, алюминия, которые могут сорбировать тяжелые металлы. Одновременно увеличение степени оглеения приводит к оподзоливанию почв, увеличению их илистости, что способствует более прочному закреплению в почве тяжелых металлов.

По полученным данным, при содержании водорастворимого железа 1,24±0,3 мг/л, марганца – 1,1±0,2 содержание водорастворимого свинца было 0,08±0,01 мг/л. При содержании водорастворимого железа и марганца, соответственно, 0,07 и 0,16 мг/л содержание водорастворимого свинца было 3,7 мг/л.

На подвижность тяжелых металлов в почвах в значительной степени влияет pH среды. Так, на дерново-подзолистых почвах ЛОД в растворе десорбента 0,1н. KCl при pH 6-7 и 2-3 содержание Mn составляло, соответственно, 8,0±1,9 и 20,9±0,4; Zn – 0,9±0,1 и 4,7±2,0 мг/л; Fe – 0,7±0,3 и 26,1±3,8; Cu – 0,13±0,03 и 0,7±0,1 мг/л. В торфяно-перегнойно-глеевой почве при pH 6-7 и 2-3 в растворе десорбента 0,1 н. KCl содержание Mn составляло, соответственно, 6,4±1,8 и 14,2±3,1 мг/л, Zn

– 1,6±0,2 и 7,4±2,0; Fe – 0,7±0,1 и 61,6±18,8; Cu – 0,3±0,01 и 0,6±0,1 мг/л.

Зависимость содержания водорастворимых соединений тяжелых металлов в почвах от pH среды четко проявляется и для дерново-подзолистых почв Измайловского парка. При pH_{H2O} 4,7 содержание водорастворимого свинца составило 21,5 мг/л (П:Р = 1:2); при pH 8,1 – < 0,05 мг/л, при pH 4,2-35,5 мг/л.

Содержание подвижных соединений тяжелых металлов в почвах Измайловского парка (вытяжка CH₃COONH₄, pH 4,9) составляло (П:Р = 1:5): Cd – от 0,1 до 0,22 мг/л, Zn – от 0,06 до 3,3, Pb – от 0,6 до 2,8, Fe – от 12,4 до 255, Mn – от 1,0 до 32,8 мг/л (n = 26).

В то же время, содержание подвижных форм тяжелых металлов зависит не только от pH среды, но и от гранулометрического состава почв, степени гумусированности, минералогического состава, плотности, степени гидроморфности и, конечно, от уровня загрязнения водной и воздушной среды.

В почвах Северо-Восточного округа г. Москвы содержание тяжелых металлов в вытяжке CH₃COONH₄ достигало по цинку 12,8 мг/кг, свинцу – 11,7, кадмию – 1,1, меди – 1,1 мг/кг. Однако оно не коррелировало с pH среды. Так, при pH 5,1 и 7,5 содержание цинка составляло, соответственно, 8,4 и 37,7 мг/кг, свинца – 8,3 и 5,7, кадмия – 2,5 и 1,9, меди – 0,9 и 1,9 мг/кг.

3. *Содержание тяжелых металлов в почвах разного характера использования.* Содержание подвижных форм тяжелых металлов в значительной степени варьирует в почвах различных урбаноземов г. Москвы. Оно чаще уменьшается в подгумусовом слое. Так, по полученным данным, содержание тяжелых металлов (вытяжка 1н. HNO₃) составляло в почве селитебного участка в слоях 0-19 и 27-37 см: Pb – 204 и 167 мг/л, Cu – 81 и 46, Zn – 239 и 218, Ni – 5 и 4, Cd – 0,5 и 0,4; V – 6,7 и 6,2 мг/л. В почве газона в слоях 0-15 и 20-27 см содержание Pb составляло, соответственно, 70 и 45 мг/л, Cu – 12 и 34, Zn – 55 и 115, Cd – 0,1 и 0,4 мг/л.

Распределение тяжелых металлов по профилю селитебных почв определяется и частотой смены грунта верхнего горизонта.

По полученным данным, содержание тяжелых металлов увеличивается вблизи АЗС. Так, на участке между третьим автокомбинатом и АЗС при pH 7,7 содержание подвижных форм тяжелых металлов составляло по цинку 5,8 мг/кг, свинцу – 11,3, кадмию – 0,6 и меди – 1,0 мг/кг. На ул. Прянишникова у АЗС-2 при pH 7,0 содержание подвижного цинка составляло 12,2 мг/кг, свинца – 7,5, кадмия – 0,7 мг/кг.

Дворовые площадки в ряде случаев загрязнены тяжелыми металлами больше, чем скверы, газоны и парки. Так, в почвах дворовых площадок г. Москвы содержание водорастворимого цинка достигало 15,2 мг/л, свинца – 9,9, хрома – 0,1, марганца – 18,2, никеля – 0,3, меди – 3,5 мг/л при минимальных значениях по Cu – 0,04 мг/л, Zn – 1,0, Pb – 1,3, Cr – 0,0, Mn – 2,3, Ni – 0,06 мг/л.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в почвах коррелирует с экологическим состоянием растительности [14]. Так, по полученным данным, для скверов Северо-Восточного округа г. Москвы при состоянии растений категории «норма» на рыхлой почве с pH 6,9 содержание тяжелых металлов в вытяжке CH₃COONH₄ с pH 4,8 составляло: Zn – 3,6 мг/кг, Pb – 4,4, Cd – 0,5, Cu – 0,7 мг/кг. При кризисном состоянии

растений и величине pH 6,3 содержание Zn составляло 1,2 мг/кг, Pb – 9,3, Cu – 0,5, Cd – 0,5 мг/кг.

В обобщенном виде по 25 пробам скверы и газоны характеризовались содержанием подвижного цинка $6,5 \pm 1,4$ мг/кг, свинца – $8,5 \pm 0,9$, кадмия – $0,5 \pm 0,1$, меди – $1,1 \pm 0,2$, селитренные участки: Zn – $26,6 \pm 2,5$, Pb – $14,6 \pm 1,6$, Cd – $1,6 \pm 0,1$, Cu – $4,1 \pm 0,1$ мг/кг. Для состояния «нормы» и «кризиса» для развития травостоя содержание тяжелых металлов в почвах в уксусно-аммонийной вытяжке составляло, соответственно, Zn – $16,5 \pm 2,9$ и $26,7 \pm 4,3$ мг/кг, Pb – $12,8 \pm 2,0$ и $18,9 \pm 4,1$, Cd – $0,8 \pm 0,1$ и $1,2 \pm 0,3$ мг/кг.

Заключение. Содержание тяжелых металлов в почвах мегаполисов характеризуется локальным загрязнением от многих источников, сочетанием с загрязнением антигололедными реагентами, нефтепродуктами, существенным влиянием на миграцию и аккумуляцию антропогенных физических полей.

Показано, что степень загрязнения зависит от расположения почв по рельефу, их гранулометрического состава, степени гумусированности, уплотненности, гидроморфизма, интенсивности развития дернового процесса почвообразования и оподзоливания.

Содержание подвижных форм тяжелых металлов в значительной степени зависит от pH среды и комплексобразующей способности почвенных растворов.

Литература

1. Алексеев Ю.В. Тяжелые металлы в почвах и растениях. – Л., 1987. – 139 с.
2. Башкин В.Н. и др. Биогеохимические основы экологического нормирования. – М.: Наука, 1993. – 304 с.

3. Варшал Г.М., Велюханова Т.К. и др. Химические формы элементов в объектах окружающей среды и методы их определения// Известия ТСХА. – 1992. – Вып. 3. – С. 157-170.
4. Воробьева Л.А., Новых Л.Л., Рудакова Т.А. О возможности прогноза состояния некоторых химических элементов в природных водных растворах по диаграммам растворимости// Вестник МГУ, Почвоведение. – 1982. – №2. – С. 10-14.
5. Гукалов В.Н., Савич В.И., Белюченко И.С. Информационно-энергетическая оценка состояния тяжелых металлов в компонентах ландшафта. – М.: РГАУ-МСХА, 2015. – 400 с.
6. Ильин В.Б. Тяжелые металлы в системе почва-растение. – Новосибирск: Наука, 1991. – 215 с.
7. Карпунин А.И., Ильхун А., Торишин С.П. Координационные соединения органических веществ с ионами металлов и влияние комплексонатов на их доступность. – М.: ВНИИА, 2010. – 272 с.
8. Мосина Л.В., Довлетярова Э.А. Лесная опытная дача РГАУ-МСХА, как объект экологического мониторинга лесных и лесопарковых ландшафтов мегаполиса Москва. – М.: РУДН, 2014. – 221 с.
9. Овчаренко М.М. и др. Тяжелые металлы в системе почва – растение – удобрения. – М.: ЦИНАО, 1997. – 230 с.
10. Савич В.И., Федорин Ю.В., Химица Е.Г. Почвы мегаполисов, их экологическая оценка, использование и создание (на примере г. Москвы). – М.: Агробизнесцентр, 2007. – 660 с.
11. Савич В.И., Седых В.А. и др. Агроэкологическая оценка свинца в системе почва-растение. – М.: ВНИИА, 2012. – 360 с.
12. Савич В.И. Физико-химические основы плодородия почв. – М.: РГАУ-МСХА, 2013. – 431 с.
13. Савич В.И., Торишин С.П., Белопухов С.Л. Агроэкологическая оценка органоминеральных и комплексных соединений почв. – Иркутск: РГАУ-МСХА, Мегапринт, 2017. – 298 с.
14. Седых В.А., Савич В.И., Балабко П.Н. Почвенно-экологический мониторинг. – М.: РГАУ-МСХА, ВНИИА, 2013. – 584 с.

SPECIFIC FEATURES OF THE CONTENT OF HEAVY METALS IN URBAN SOILS

A.Ye. Sorokin¹, V.I. Savich², L.V. Mosina²

¹Moscow Aviation Institute, Volokolamskoe sh. 4, 125993 Moscow, Russia;

²RSAU-Moscow Timiryazev Agricultural Academy, Timiryazevskaya ul 49, Moscow, 127550,
e-mail: savich.mail@gmail.com, kaf614@mail.ru

The studies were carried out in the soils of parks and squares in Moscow. It is shown that the content of heavy metals increases not only near gas stations, highways, but also with soil compaction, development of the soddy process of soil formation, on soils with a heavier granulometric composition, more humus, in low relief elements. There is mainly an increase in the content of mobile forms of heavy metals during an acidic reaction of the environment, during the formation of complexes of polyvalent metals with ligands of water-soluble organic substances in soils. In urban conditions, migration and accumulation of heavy metals in soils are influenced by the polyvalence of local pollutants, salinization of soils with anti-ice reagents, oil pollution, simple soil replacement, anthropogenic physical fields.

Key words: heavy metals, urban soils, contamination, type of usage, mobility factors.

УДК 631.95 : 631.5 : 633.11 (571.1)

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ ЯРОВОЙ ПШЕНИЦЫ ПО ПАРОВОМУ ПРЕДШЕСТВЕННИКУ В ЛЕСОСТЕПИ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Л.В. Юшкевич, д.с.-х.н., О.Ф. Хамова, к.б.н., А.Г. Щитов, к.с.-х.н., Тукмачева Е.В., к.б.н.,
ФГБНУ Омский Аграрный научный центр

Россия, 644012, г. Омск, пр-т Королева, 26; E-mail: agrnc55@gmail.com

Яровая пшеница – ведущая зерновая культура в Западно-Сибирском регионе. Исходя из сложившейся структуры посевов, площадь занимаемая яровой пшеницей по паровому предшественнику составляет более 300 тыс. га, или 26% всей площади возделывания культуры. Исследования в лесостепи Западной Сибири показали, что урожайность зерна яровой пшеницы среднераннего биотипа в зернопаровом севообороте закономерно снижается по мере удаления культуры от парового предшественника – до 0,92-1,24 т/га (32,0-46,5 %). Низкопродуктивные, бо-