

“boric” acid fertilization, by 28.3% - “succinic”. The yield at the second cut exceeded the control variant by 12.1% and 27.3%, respectively.

Key words: succinic acid, boric acid, plant growth regulators, vertical plants, green crops, thyme, foliar feeding.

References

1. Vasil'eva, T. I. Sravnitel'noe izuchenie regulyatorov rosta na soe / T. I. Vasil'eva, E. R. YAgodinova, L. V. Eliseeva // Studencheskaya nauka – pervyj shag v akademicheskuyu nauku: materialy Vserossijskoj studencheskoj nauchno-prakticheskoy konferencii. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2017. – S.87-89.
2. Eliseeva, L. V. Formirovanie stebelstoya zernovyh bobovyh kul'tur pod vliyaniem regulyatorov rosta rastenij / L. V. Eliseeva, O. V. Kayukova, S. V. Filippova // Rol' agrarnoj nauki v ustojchivom razvitii sel'skih territorij: materialy IV Vserossijskoj (nacional'noj) nauchnoj konferencii. – Novosibirsk: IC NGAU «Zolotoj kolos», 2019. – S. 23-25.
3. Ivkin, M. M. Issledovanie nekotoryh metodov raboty s akvaponikoj dlya vyrashchivaniya rastenij v emkostyah na substrate / M. M. Ivkin // Nauchno-tehnicheskij startup 2021: sbornik statej Mezhdunarodnogo nauchno-issledovatel'skogo konkursa. – Petrozavodsk: Mezhdunarodnyj centr nauchnogo partnerstva «Novaya Nauka», 2022. – S. 65-75.
4. Mihajlova, N. N. Izuchenie vliyaniya yantarnoj i bornoj kisloty na poluchenie rassady v gidroponnyh sistemah / N. N. Mihajlova // Nauchno-obrazovatel'naya sreda kak osnova razvitiya intellektual'nogo potentsiala sel'skogo hozyajstva regionov Rossii: materialy Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu FGBOU VO CHuvashskij GAU. – CHEboksary: CHuvashskij GAU, 2021. – S. 82-83.
5. Podhody k razrabotke tekhnologii upravlyаемого vyrashchivaniya ovoshchej v zakrytyh iskusstvennyh agroekosistemah / A. A. Smirnov, I. M. Dovlatov, YU. A. Proshkin [i dr.] // Agrotekhnika i energoobespechenie. – 2019. – № 4 (25). – S. 61-70.
6. Fadeeva, N. A. Primenenie regulyatorov rosta kak priem uvelicheniya prizhivaemosti hvojnyh kul'tur / N. A. Fadeeva, N. G. Zaharova // Vestnik CHuvashskoj gosudarstvennoj sel'skohozyajstvennoj akademii. – 2021. – № 2 (17). – S. 43-46.
7. Fadeeva, N. A. Energeticheskaya effektivnost' ispol'zovaniya regulyatorov rosta pri vzdelyvanii kipreya / N. A. Fadeeva, N. A. Kirillov // Nauchno-obrazovatel'nye i prikladnye aspekty proizvodstva i pererabotki sel'skohozyajstvennoj produkcii: sbornik materialov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 20-letiyu pervogo vypuska tekhnologov sel'skohozyajstvennogo proizvodstva. – CHEboksary: CHuvashskaya GSKHA, 2018. – S. 137-140.
8. Cennaya ovoshchnaya zelen' na gidroponike dlya kruglogodichnogo potrebleniya / E. V. Pinchuk, L. V. Bepal'ko, E. G. Kozar' [i dr.] // Ovoshchi Rossii. – 2019. – № 3 (47). – S. 45-53.
9. Efiromaslichnye kul'tury semejstva Lamiaceae dlya vertikal'nogo ovoshchevodstva / I. T. Balashova, L. V. Bepal'ko, A. V. Molchanova [i dr.] // Ovoshchi Rossii. – 2020. – № 4. – S. 72-75.

Information about authors

1. **Mikhailova Nadezhda Nikolaevna**, Assistant of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: cool.gordeeva@list.ru; tel. 8-937-394-03-11;

2. **Eliseeva Lyudmila Valerievna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor, Head of the Department of Agriculture, Plant Growing, Breeding and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: ludmilaval@yandex.ru; tel. 8-937-015-95-02.

УДК 631.86

DOI

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОСАДКОВ ГОРОДСКИХ СТОЧНЫХ ВОД В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ

Н. В. Щипцова, Г. А. Ларионов, Н. В. Мардарьева

Чувашский государственный аграрный университет

428003, г. Чебоксары, Российская Федерация

Аннотация. Одной из современных экологических проблем является утилизация отходов производства и потребления, в том числе осадков городских сточных вод. Целью наших исследований являлось изучение уровня содержания тяжелых металлов в почве и в моркови, произрастающей на ней, в условиях использования в качестве удобрения возрастающих доз осадков сточных вод и их влияние на урожайность продукции. В серые лесные тяжелосуглинистые почвы однократно вносили различные дозы осадков сточных вод, имеющих 44,5 % влажности. Были заложены в определенной повторности пять вариантов делянок. После внесения удобрений в почву были проведены агрохимические анализы проб почвы с опытных участков на содержание свинца, мышьяка, цинка, меди, ртути и кадмия. Результаты исследований свидетельствуют о повышении

уровня содержания тяжелых металлов в исследуемых образцах почв в 1,1-3,6 раза, но превышений ориентировочно-допустимых концентраций обнаружено не было. Полученные результаты исследований использовались при расчете коэффициента суммарного химического загрязнения почвы. Было выявлено, что наивысший суммарный показатель загрязнения почвы тяжелыми металлами наблюдался при использовании ОСВ в дозе 240 т/га, который имеет среднее значение, равное 5,85. Почвы могут быть отнесены к категории земель, имеющих допустимое загрязнение, с возможностью их использования под любые сельскохозяйственные нужды. Также были исследованы содержание тяжелых металлов в биомассе моркови и ее урожайность. Было установлено, что в различных вариантах опытов при использовании осадков сточных вод содержание тяжелых металлов в почве увеличивалось. Было установлено, что динамика миграции тяжелых металлов в биомассу моркови коррелирует с увеличением их концентрации в почве и влияет на урожайность культуры.

Ключевые слова: типично-серые лесные тяжелосуглинистые почвы, тяжелые металлы, осадки сточных вод, удобрения, урожай.

Введение. Загрязнение объектов окружающей среды и продуктов питания эко токсикантами, к которым относятся тяжелые металлы, обуславливает интенсивное развитие промышленных предприятий, что может привести к многочисленным экологическим катастрофам [1], [3]. Природное поступление тяжелых металлов в окружающую среду значительно ниже антропогенного. Изучение источников тяжелых металлов в почве, основного природного ресурса человечества, имеет важное значение, так как позволяет избежать возникновения этих рисков [2], [4].

Загрязнение тяжелыми металлами сельскохозяйственных почв оказывает непосредственное влияние на их плодородие. Поведение этих токсикантов обусловлено специфичностью их основных биохимических свойств, при этом их удаление из почв очень затруднено [5].

В современном мире на очистных сооружениях скапливается огромное количество осадков сточных вод, и вопрос об их утилизации на сегодня остается актуальным. Осадки сточных вод хранятся на территориях очистных сооружений, что превращает их в очаг загрязнения окружающей среды, поэтому возникает вопрос об их утилизации. К основным методам утилизации осадков сточных вод относятся сжигание, захоронение, компостирование и использование в качестве комплексного органоминерального удобрения сельскохозяйственных культур на низко плодородных почвах [6].

Как правило, осадки, обезвоженные и обработанные разными методами, применяют в качестве удобрений, и это дает ряд преимуществ, например, повышает урожайность, однако в конечном итоге мы сталкиваемся с проблемой накопления в почвах загрязняющих веществ после регулярного применения отходов, что создает определенные экологические риски [7], [9].

Проведенные исследования по сельскохозяйственной утилизации ОСВ свидетельствуют о том, что требуется дифференцированный подход к применению их в качестве удобрения, так как разные партии осадков сточных вод индивидуальны по своему химическому составу [8], [10].

Целью наших исследований являлось изучение уровня содержания и накопления тяжелых металлов в почве и моркови, произрастающей на ней, в условиях использования в качестве удобрения возрастающих доз осадков сточных вод и их влияние на урожайность продукции.

Материалы и методы исследований. Практическая часть работы проводилась на типично-серых лесных тяжелосуглинистых почвах Чувашской Республики.

Объектами исследований являлись осадки сточных вод г. Новочебоксарска, хранившиеся на иловых площадках более десяти лет, серые лесные тяжелосуглинистые почвы, листья и корнеплоды моркови. В качестве овощной культуры в качестве материала исследования была выбрана морковь, поскольку корнеплоды этого овоща необходимы для дальнейшего изучения ее влияния на лабораторных животных.

Определяли уровень содержания цинка, меди, свинца, кадмия, ртути и мышьяка в вышеперечисленных объектах исследования.

Смешанная проба осадков сточных вод отбиралась в третьей декаде апреля согласно природоохранным нормативным документам. Осадки сточных вод со шламовых площадок отбирали методом точечных проб: площадку делили на 4 равные части, и далее лопатами отбирали пробы из центра каждого квадрата послойно на всю мощность слоя осадков, масса точечной пробы – не менее 200 г каждая. Они тщательно перемешивались, и методом квартования отбиралась одна объединенная смешанная проба массой в 1000 г.

При изучении миграции тяжелых металлов в цепи почва – растение заложили пять вариантов делянок площадью 2,5 м² в 4-кратной повторности. В заготовленные опытные делянки вносили осадки городских сточных вод натуральной влажности в следующих вариантах и дозах: 1 вариант – контрольный (без ОСВ); 2 вариант – внесение ОСВ в количестве 30 т/га; 3 вариант – внесение ОСВ – 60 т/га; 4 вариант – внесение ОСВ – 120 т/га; 5 вариант – внесение ОСВ – 240 т/га. После внесения ОСВ почва делянок всех вариантов была перекопана на глубину 20 см.

После выравнивания поверхности боронованием до посадки моркови во второй декаде мая был произведен отбор почвенных проб. Смешанная проба почв отбиралась с опытных делянок согласно межгосударственному стандарту 17.4.4.02-84 «Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа». Для этого точечные пробы почв

массой около 500 г отбирались с глубины 0-20 см методом конверта на каждой делянке, затем точечные пробы со всех делянок смешивались, и отбиралась одна средняя проба массой в 1000 г, которая упаковывалась в контейнер для отправки в лабораторию.

Затем на опытных делянках посеяли морковь сорта Лосиноостровская-13. Для посева были выбраны семена известного происхождения одной и той же репродукции из расчета густоты посева 5 кг/га, глубины заделки – 1,5-2,0 см с последующим прикатыванием.

Урожай моркови с опытных делянок был убран 10 сентября вручную в один день. Пробы моркови и ботвы отбирались с делянок методом конверта. При этом с пяти точек делянки – растения моркови по 5 кустов в каждой точке отбора. Общая масса корнеплодов и ботвы в каждой делянке составляла одну среднюю смешанную пробу. С каждого варианта отбиралось по 5 смешанных проб массой около 2 кг моркови и 1,5 кг ботвы.

Анализы всех опытных образцов на содержание цинка, меди, свинца и кадмия проводились в соответствии с Межгосударственным стандартом 30178-96 «Сырье и продукты пищевые. Атомно-абсорбционный метод определения токсичных элементов».

Анализ ртути провели согласно Межгосударственному стандарту 26927-86 «Сырье и продукты пищевые. Методы определения ртути» и Методическим указаниям 5178-90 по обнаружению и определению общей ртути в пищевых продуктах методом беспламенной атомной абсорбции.

Определение уровня содержания мышьяка проводили колориметрическим методом с помощью фотоэлектрического фотометра КФК-3. Колориметрический метод определения мышьяка основан на измерении интенсивности окраски раствора комплексного соединения мышьяка с диэтилдитиокарбаматом серебра в хлороформе.

Результаты химических анализов были использованы при расчете коэффициентов концентрации (K_c) тяжелых металлов и суммарного показателя загрязнения почв (Z_c), нормативно закрепленных в Методических указаниях 2.1.7.730-9911 «Гигиеническая оценка качества почвы населенных мест» и на основании произведенных математических расчетов в соответствии с Санитарно-эпидемиологическими правилами и нормами 2.1.7.1287-023 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почв». Была дана оценка степени опасности загрязнения почв тяжелыми металлами.

Результаты исследования и их обсуждение. В Чувашской Республике осадки сточных вод производятся в Государственном унитарном предприятии «Биологические очистные сооружения», суточная проектная мощность которого составляет 322 тыс. м³. В пробах ОСВ, имеющих 44,5 % влажности, определяли содержание кадмия, свинца, ртути, меди, цинка и мышьяка. Полученные данные свидетельствуют о том, что валовое содержание тяжелых металлов в ОСВ не превышало допустимых норм.

Содержание тяжелых металлов в почвенных пробах пахотного слоя почвы в разных вариантах опыта сравнивались между собой. В почвах делянок контрольного варианта (без применения ОСВ) валовое содержание цинка составляло $52,8 \pm 0,4$; меди – $18,7 \pm 0,4$; свинца – $4,88 \pm 0,07$, кадмия – $0,57 \pm 0,04$; ртути – $0,03 \pm 0,01$ мг/кг, мышьяка обнаружено менее 0,01 мг/кг.

Химические анализы почвенных проб показали, что валовое содержание цинка в почве в результате применения ОСВ повысилось во всех вариантах и возросло в 1,2-2,3 раза в сравнении с показателями контрольного варианта.

Результаты исследований валового содержания меди в пахотном слое свидетельствуют о том, что в почве опытных делянок оно также повысилось в 1,6-3,6 раза и закономерно возрастало с увеличением дозы ОСВ.

Анализ уровня концентрации свинца в почве свидетельствовал о том, что во всех вариантах его содержание, по сравнению с контрольным показателем, увеличилось в вариантах с внесением ОСВ. Так, в варианте с внесением 30 т/га содержание свинца возросло на 21,1 %, и далее в других вариантах оно закономерно увеличивалось при увеличении дозы осадков и было максимальным в варианте с внесением 240 т/га (на 74,0 %).

В почве опытных делянок степень концентрации кадмия также повысилась по мере увеличения дозы осадков и составила $0,61 \pm 0,05$ – $0,78 \pm 0,03$ мг/кг, что оказалось выше в 1,1-1,4 раза в сравнении с контрольным показателем.

Содержание ртути в контрольном варианте составило $0,03 \pm 0,004$ мг/кг, а в опытных вариантах – $0,05 \pm 0,006$ – $0,1 \pm 0,01$ мг/кг при ОДК 5 мг/кг.

Мышьяк в почве всех опытных вариантов был обнаружен в очень незначительной концентрации (менее 0,01 мг/кг).

Таким образом, изучение динамики накопления тяжелых металлов в серой лесной тяжелосуглинистой почве при однократном внесении в качестве удобрения осадков сточных вод, имеющих 44,5 % влажности, в дозах 30, 60, 120 и 240 т/га выявило закономерное их возрастание, при этом превышений ориентировочно допустимых концентраций выявлено не было.

Для оценки степени загрязнения почвы тяжелыми металлами были рассчитаны коэффициенты концентрации химических веществ (K_c), которые определялись отношением фактического содержания определяемого вещества в мг/кг почвы к содержанию элемента в незагрязненной почве (фоновому значению), а также суммарный показатель загрязнения (Z_c), определяемый по формуле:

$$Zc = (Kc_1 + Kc_2 + \dots + Kc_n) - (n - 1),$$

где Kc_1, Kc_2, Kc_n – коэффициенты концентрации тяжелых металлов; n – количество химических элементов – тяжелых металлов.

Оценка степени химического загрязнения почвы по суммарному показателю загрязнения (Zc) характеризуется следующими категориями: чистая, допустимая степень загрязнения ($Zc < 16$), умеренно опасная (16-32), опасная (32-128) и чрезвычайно опасная (более 128).

Так как в почве была незначительная концентрация содержания мышьяка и при проведении расчетов по определению коэффициента (Kc) показатели его содержания были незначительными, то в таблице данные по этому показателю отражены не были.

Полученные расчетные данные по суммарному показателю загрязнения тяжелыми металлами почв опытных делянок представлены в таблице.

Таблица – Влияние ОСВ на коэффициенты техногенной концентрации тяжелых металлов (Kc) и суммарного показателя загрязнения почвы (Zc)

Варианты исследований	Коэффициенты концентрации элементов					Zc
	Zn	Cu	Pb	Cd	Hd	
Контроль	0,88	1,04	0,31	2,85	0,20	0,28
Почва+ОСВ 30 т/га	1,06	1,63	0,37	3,05	0,33	1,44
Почва+ОСВ 60 т/га	1,38	2,26	0,42	3,40	0,47	2,93
Почва+ОСВ 120т/га	1,61	2,68	0,46	3,65	0,60	4,00
Почва+ОСВ 240 т/га	2,02	3,73	0,53	3,90	0,67	5,85

Анализ данных, представленных в таблице, свидетельствует о том, что наивысший суммарный показатель загрязнения почвы тяжелыми металлами « Zc » наблюдался при использовании ОСВ в дозе 240 т/га, среднее значение которого равно 5,85. По уровню « Zc » почвы могут быть отнесены к категории земель с допустимым загрязнением, с возможностью их использования под любые сельскохозяйственные нужды.

Кроме техногенного загрязнения почвенного покрова существенное влияние на содержание тяжелых металлов в нем оказывает их биогенная аккумуляция благодаря выносу с урожаем биомассы растений моркови.

Исследование биомассы моркови в разных вариантах опыта показало, что в листьях концентрация тяжелых металлов значительно выше, чем в корнеплодах.

Содержание ртути и мышьяка в биомассе моркови находилось ниже пределов чувствительности аналитических приборов. Концентрация цинка в корнеплодах моркови, при выращивании которой использовались различные дозы ОСВ в качестве удобрения, варьировалась в пределах 5,31-6,75 мг/кг при предельно допустимой концентрации (ПДК) 100 мг/кг, что оказалось выше в 1,27-1,61 раза, чем в контрольном варианте. Уровень концентрации меди варьировался в пределах 1,24-2,99 мг/кг при ПДК 50,0 мг/кг, что превышает показатели контрольного варианта в 1,03-2,41 раза. Содержание свинца при использовании ОСВ находилось в пределах 0,099-0,149 мг/кг при ПДК 5,0 мг/кг – выше контрольного варианта в 1,03-1,55 раза. Уровень концентрации кадмия в корнеплодах моркови находился в пределах 0,01-0,013 мг/кг при ПДК 0,3 мг/кг – выше контрольного показателя в 1,3 раза.

В листьях моркови концентрация цинка варьировалась в пределах 9,75-14,45 мг/кг. Данные показатели в сравнении с контрольным вариантом оказались выше в 1,50-2,22 раза. Содержание меди находилось в пределах 1,54-2,48 мг/кг – выше контрольного варианта в 1,03-1,66 раза. Концентрация свинца в листьях моркови варьировалась в пределах 0,153-0,245 мг/кг – превышало показатели контроля в 1,56-2,5 раза. Содержание кадмия в ботве составляло 0,01-0,017 мг/кг – максимально превышало показатель контрольного варианта в 2,43 раза.

Более низкое содержание тяжелых металлов в корнеплодах и более высокое – в листьях объясняется тем, что органические лиганды увеличивают уровень биодоступности, переводя их в более подвижную форму. Тяжелые металлы (микроэлементы) в растительных организмах участвуют в окислительно-восстановительных реакциях, происходящих в митохондриях и хлоропластах, поэтому в основном и мигрируют в листья.

Таким образом, было установлено, что содержание тяжелых металлов в биомассе моркови по сравнению с контролем недостоверно увеличилось с повышением дозы внесения ОСВ в качестве удобрения.

Также нами был проведен сравнительный анализ влияния ОСВ на урожайность моркови.

Полученные данные свидетельствуют о том, что при однократном применении осадков сточных вод в качестве удобрения в дозах 30 и 60 т/га урожайность моркови по сравнению с контрольным вариантом (401,6±3,3 ц/га) повысилась и составила 450,0±5,8 ($P<0,05$) и 499,6±4,8 ($P<0,05$) ц/га, что выше контрольного показателя на 12,1 и 24,4 %, соответственно. При использовании ОСВ в дозах 120 и 240 т/га урожайность составляла 378,7±5,2 ($P<0,05$) и 340,1±5,4 ($P<0,05$) ц/га, что свидетельствует о его понижении на 5,7 и 15,3 % ($P<0,05$) в сравнении с контрольным показателем. На основании выполненных исследований можно сделать

вывод о том, что использование ОСВ в качестве удобрения в дозах 30 и 60 т/га эффективно при выращивании моркови, но оптимальность применения более высоких доз требует дальнейшего исследования.

Выводы. Основываясь на полученных данных, мы можем сделать вывод, что при однократном внесении в почву осадков сточных вод, имеющих 44,5 % влажности, в количестве 30, 60, 120 и 240 т/га валовое содержание тяжелых металлов закономерно возрастало, но не превышало ориентировочно-допустимой концентрации.

Миграция тяжелых металлов из почвы в морковь свидетельствует о том, что с повышением их валового содержания в почве увеличивается их концентрация и в биомассе моркови. Наибольшая их концентрация наблюдается в листьях.

Результаты научных исследований показали, что однократное использование ОСВ в дозах 30 или 60 т/га в качестве удобрения на серых лесных тяжелосуглинистых почвах привело к повышению урожайности моркови.

Литература

1. Васбиева, М. Т. Тяжелые металлы в системе почва-растения при утилизации осадков сточных вод в качестве удобрения / М. Т. Васбиева, А. И. Косолапова // *Агрохимия*. – 2018. – № 3. – С. 83-89.
2. Васильев, О. А. Применение осадков сточных вод г. Новочебоксарск в приготовлении субстратов для выращивания рассады / О. А. Васильев, Д. П. Кирьянов // *Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства : материалы IV Международной научной экологической конференции*. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2015. – С. 225-230.
3. Васильев, О. А. Современный этап развития ноосферы: научно-обоснованный возврат в биологический круговорот осадков городских сточных вод / О. А. Васильев, Л. Н. Михайлов. – Чебоксары: Пегас, 2007. – 205 с.
4. Касынкина, О. М. Влияние осадков городских сточных вод на продуктивность яровой тритикале / О. М. Касынкина, Е. Н. Кузин // *Нива Поволжья*. – 2019. – № 3 (52). – С. 106-110.
5. Ларионов, Г. А. Использование нетрадиционных органических удобрений в сельском хозяйстве / Г. А. Ларионов, Н. А. Фадеева, Н. В. Щипцова // *Естественные и технические науки*. – 2021. – № 4 (155). – С. 128-129.
6. Мерзлая, Г. Е. Решение проблемы утилизации осадков городских сточных вод / Г. Е. Мерзлая, Р. А. Афанасьев // *Химическая безопасность*. – 2017. – Том 1. – № 1. – С. 158-167.
7. Фадеева, Н. А. Эффективность применения продуктов переработки биогазовой установки в тепличном хозяйстве / Н. А. Фадеева, О. А. Васильев // *Вестник Казанского государственного аграрного университета*. – 2017. – Том. 12. – № 4 (46). – С. 42-44.
8. Щипцова, Н. В. Оценка экологического состояния почвы и овощной культуры / Н. В. Щипцова, Г. А. Ларионов, О. А. Васильев // *Перспективы развития аграрных наук: материалы Международной сельскохозяйственной научной конференции: AgroScience-2020*. – Чебоксары: ФГБОУ ВО Чувашская ГСХА, 2020. – С. 11-12.
9. Щипцова, Н. В. Экологическая оценка воздействия осадков сточных вод на почву по содержанию тяжелых металлов / Н. В. Щипцова // *Проблемы рекультивации отходов быта, промышленного и сельскохозяйственного производства: сборник научных трудов по материалам V Международной научной экологической конференции, посвященной 95-летию Кубанского ГАУ*. – Краснодар: Кубанский ГАУ, 2017. – С. 632-633.
10. Effect of sewage sludge application on heavy metals contamination in soil and carrot / N. V. Schiptsova, G. A. Larionov, O. A. Vasilyev [et al.] // *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2020*. – 2020. – P. 012034.

Сведения об авторах

1. **Щипцова Надежда Варсонофьевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: shipnavars@mail.ru, тел. 8-927-995-07-11;

2. **Ларионов Геннадий Анатольевич**, доктор биологических наук, профессор кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: larionovga@mail.ru, тел. 8-909-301-34-86;

3. **Мардарьева Наталия Валерьевна**, кандидат биологических наук, доцент кафедры биотехнологий и переработки сельскохозяйственной продукции, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: volga480@yandex.ru, тел. 8-927-841-12-21.

USE OF URBAN WASTEWATER SLUDGE AS A FERTILIZER

N. V. Schiptsova, G. A. Larionov, N. V. Mardareva

*Chuvash State Agrarian University
428003, Cheboksary, Russian Federation*

Breif abstract. One of the problems of modern ecological production is waste disposal and consumption, including consideration of heavy wastewater materials. The purpose of our research was to study the level of metal content in the soil and in carrots growing on it, under the conditions of using soil water as an increase in the dose and their effect on crop yield. In gray forest heavy loamy organisms, various degrees of severity of wastewater were once affected, manifesting 44.5% of the manifestation. Variants of five parts were brought to the UK. After applying fertilizers to the soil, agrochemical analyzes of soil samples from experimental plots were carried out for the content of lead, arsenic, zinc, copper, mercury and cadmium. The results of the research indicate that there were no excesses of the approximate permissible soil concentrations by 1.1–3.6 times. Obtained research results in the calculation of the body mass factor of bacterial origin. It was found that the total amount of environmental pressure is observed when collecting WWS at a dose of 240 t/ha, which has an average value of 5.85. Soils can be classified as lands, exceptionally permissible pollution, with the possibility of their use for any agricultural needs. The content of metals in the biomass of carrots and its yield were also studied. It was found that in various variants of the experiment, with resistance to chemical attack, the content of metals in the soil increases. It was found that the dynamics of the detection of metals in the biomass of carrots correlates with the dependence of their concentration in the soil and a sharp increase in yield.

Key words: nutrient-gray forest heavy loamy soils, heavy metals, sewage sludge, fertilizers, crop.

References

1. Vasbieva, M. T. Tyazhelye metally v sisteme pochva-rasteniya pri utilizacii osadkov stochnyh vod v kachestve udobreniya / M. T. Vasibaeva, A. I. Kosolapova // Agrohimiya. – 2018. – № 3. – S. 83-89.
2. Vasil'ev, O. A. Primenenie osadkov stochnyh vod g. Novocheboksarsk v prigotovlenii substratov dlya vyrashchivaniya rassady / O. A. Vasil'ev, D. P. Kir'yanov // Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skokozyajstvennogo proizvodstva : materialy IV Mezhdunarodnoj nauchnoj ekologicheskoy konferencii. – Krasnodar: Kubanskij GAU, 2015. – S. 225-230.
3. Vasil'ev, O. A. Sovremennyy etap razvitiya noosfery: nauchno-obosnovannyj vozvrat v biologicheskij krugovorot osadkov gorodskih stochnyh vod / O. A. Vasil'ev, L. N. Mihajlov. – CHEboksary: Pegas, 2007. – 205 s.
4. Kasynkina, O. M. Vliyanie osadkov gorodskih stochnyh vod na produktivnost' yarovoj tritikale / O. M. Kasynkova, E. N. Kuzin // Niva Povolzh'ya. – 2019. – № 3 (52). – S. 106-110.
5. Larionov, G. A. Ispol'zovanie netradicionnyh organicheskikh udobrenij v sel'skom hozyajstve / G. A. Larionov, N. A. Fadeeva, N. V. SHCHipcova // Estestvennye i tekhnicheskie nauki. – 2021. – № 4 (155). – S. 128-129.
6. Merzlaya, G. E. Reshenie problemy utilizacii osadkov gorodskih stochnyh vod / G. E. Merzlaya, R. A. Afanas'ev // Himicheskaya bezopasnost'. – 2017. – Tom 1. – № 1. – S. 158-167.
7. Fadeeva, N. A. Effektivnost' primeneniya produktov pererabotki biogazovoy ustanovki v teplichnom hozyajstve / N. A. Fadeeva, O. A. Vasil'ev // Vestnik Kazanskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta. – 2017. – Tom. 12. – № 4 (46). – S. 42-44.
8. SHCHipcova, N. V. Ocenka ekologicheskogo sostoyaniya pochvy i ovoshchnoj kul'tury / N. V. SHCHipcova, G. A. Larionov, O. A. Vasil'ev // Perspektivy razvitiya agrarnykh nauk: materialy Mezhdunarodnoj sel'skokozyajstvennoj nauchnoj konferencii: AgroScience-2020. – CHEboksary: FGBOU VO CHuvashskaya GSKHA, 2020. – S. 11-12.
9. SHCHipcova, N. V. Ekologicheskaya ocenka vozdejstviya osadkov stochnyh vod na pochvu po sodержaniyu tyazhelykh metallov / N. V. SHCHipcova // Problemy rekul'tivacii othodov byta, promyshlennogo i sel'skokozyajstvennogo proizvodstva: sbornik nauchnykh trudov po materialam V Mezhdunarodnoj nauchnoj ekologicheskoy konferencii, posvyashchennoj 95-letiyu Kubanskogo GAU. – Krasnodar: Kubanskij GAU, 2017. – S. 632-633.
10. Effect of sewage sludge application on heavy metals contamination in soil and carrot / N. V. Schiptsova, G. A. Larionov, O. A. Vasilyev [et al.] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. International AgroScience Conference, AgroScience 2020. – 2020. – P. 012034.

Information about authors

1. **Schiptsova Nadezhda Varsonofievna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Agricultural Products Processing, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: shipnavars@mail.ru, tel. 8-927-995-07-11;
2. **Larionov Gennady Anatolyevich**, Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Biotechnology and Agricultural Products Processing, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: larionovga@mail.ru, tel. 8-909-301-34-86;
3. **Mardareva Natalia Valerievna**, Candidate of Biological Sciences, Associate Professor of the Department of Biotechnology and Agricultural Products Processing, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: volga480@yandex.ru, tel. 8-927-841-12-21.