

14. Hosaka, K. Genetics of self-compatibility in a self-incompatible wild diploid potato species *Solanum chacoense*. 1. Detection of an S locus inhibitor (Sli) gene / K. Hosaka, R. E. Hanneman // *Euphytica*. – 1998. – Vol. 99. – N 3. – P. 191-197.
15. Jansky, S. H. Reinventing potato as a diploid inbred linebased crop / S.H. Jansky // *Crop Science*. – 2016. – N 58. – P.1412–1422.
16. Koester, R. P. Historical gains in soybean (*Glycine max* Merr.) seed yield are driven by linear increases in light interception, energy conversion, and partitioning efficiencies / R. P. Koester // *Journal of experimental botany*. – 2014. – Vol. 65. – N 12. – P. 3311-3321.
17. F1 hybrid seed potato breeding / Lindhout, P. D. [et al.] // *Potato Research*. – 2011. – N 54. – P. 301–312.
18. Martin, M. W. Techniques for successful field seeding of true potato seed / M. W. Martin // *American Potato Journal*. – 1983. – Vol. 60. – N 4. – P. 245-259.
19. Osone, Y. Correlation between relative growth rate and specific leaf area requires associations of specific leaf area with nitrogen absorption rate of roots / Y. Osone, A. Ishida, M. Tateno // *New Phytologist*. – 2008. – Vol. 179. – N 2. – P. 417-427.
20. Pallais, N. True potato seed quality / N. Pallais // *Theoretical and Applied Genetics*. – 1987. – Vol. 73. – N 6. – P. 784-792.
21. Phumichai, C. Toward the development of highly homozygous diploid potato lines using the self-compatibility controlling Sli gene / C. Phumichai // *Genome*. – 2005. – Vol. 48. – N 6. – P. 977-984.
22. Roy, T. S. Studies in the utilization of true potato seeds: Productivity of tubers under subsequent clonal generations / T. S. Roy, T. Nishizawa, M. H. Ali // *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. – 2005. – Vol. 74. – N 5. – P. 374-380.

Information about authors

1. **Mefodev Georgy Anatolyevich**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Breeding, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: mega19630703@mail.ru, tel. 89656807507;

2. **Yakovleva Marina Ivanovna**, Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the Department of Agriculture, Plant Breeding, Selection and Seed Production, Chuvash State Agrarian University, 428003, Chuvash Republic, Cheboksary, st. K. Marx, 29; e-mail: Marina24.01@yandex. ru, tel. 89373850313.

УДК 631.81

DOI

ВЛИЯНИЕ РЕГУЛЯТОРОВ РОСТА НА УРОЖАЙНОСТЬ ЧАБРЕЦА В ВЕРТИКАЛЬНОЙ ГИДРОПОННОЙ УСТАНОВКЕ

Н. Н. Михайлова, Л. В. Елисева

*Чувашский государственный аграрный университет
428003, Чебоксары, Российская Федерация*

Аннотация. На базе лаборатории инновационных технологий ФГБОУ ВО Чувашского ГАУ в 2021 г. на защищенном грунте (сити-ферма) был проведен вегетационный опыт по определению влияния природных стимуляторов роста («янтарной» и «борной» кислоты) на рост и развитие растений чабреца. Использовался сорт чабреца «Медок». Опыт по замачиванию семян чабреца этими препаратами доказал эффективность данного способа. Замачивание семян «янтарной» кислотой ускорило процесс их прорастания. Замачивание «борной» кислотой не принесло ожидаемого эффекта. Рассада росла в минеральной пробке, в системе периодического затопления в рассадном отделении сити-фермы, затем она была пересажена в вертикальные колонны. Вертикальные колонны представляют собой часть конструкции вертикальных пирамид с гидропонной установкой. Субстрат в вертикальных колоннах состоял из искусственного войлока и синтетического наполнителя. Подача воды осуществлялась методом капельного полива, в питательном растворе поддерживался оптимальный уровень кислотности и электропроводности. В качестве средства освещения использовались светодиодные светильники с диодами красного и белого спектра. Процессы поддержания микроклимата в помещении, освещения и полива были полностью автоматизированы. Листовая подкормка растений чабреца «янтарной» и «борной» кислотой в вариантах опыта проводилась двукратно. Доза внесения препаратов соответствовала инструкции производителя. В ходе снятия урожая зеленой массы чабреца было выявлено, что после первой срезки произошло ее увеличение в результате листовой подкормки культуры по сравнению с контрольным вариантом: на 15,6 % в варианте с подкормкой «борной» кислотой, на 28,3 % – «янтарной». Урожайность при второй срезке превысила контрольный вариант на 12,1 % и 27,3 %, соответственно.

Ключевые слова: янтарная кислота, борная кислота, регуляторы роста растений, вертикальные установки, зеленные культуры, чабрец, листовая подкормка.

Введение. Применение регуляторов роста широко распространено среди садоводов, производителей экологически чистых продуктов. Несмотря на небольшую стоимость, регуляторы роста способны повышать урожайность культур, улучшать качество получаемой продукции и влиять на скорость вегетации. Проведено немало исследований по изучению влияния регуляторов роста на развитие зерновых, зернобобовых, овощных культур [2], [4], [7]. В ходе многих полевых опытах была доказана эффективность этих препаратов [1]. Однако проводилось достаточно мало вегетационных опытов с зелеными культурами.

В последнее время производители начали выращивать травы, овощи в сити-фермах или в ограниченных по площади помещениях. Площадь таких ферм небольшая. Основная цель данных сооружений – получить за короткий промежуток времени максимум качественной, экологически чистой продукции. Существуют различные способы выращивания растений гидропонным методом. Урожай зеленных культур, выращенных на вертикальной гидропонике, в несколько раз выше, чем в открытом грунте [3]. Такой способ выращивания экономичен как в плане необходимых объемов площадей при замкнутой системе, так и в отношении расходов. Данный способ выращивания культур поможет решить проблему нехватки продовольственных товаров в больших городах или же в странах, где выращивание культур в открытом грунте невозможно ввиду погодных условий [6].

Подобный способ производства позволяет без остановки, вне зависимости от сезона, получать стабильный урожай. Объем рынка вертикального овощеводства в мире растёт в геометрической прогрессии, и к 2025 г. ожидается его увеличение до 6,0-9,0 млрд долларов [9]. Рацион питания в современном мире меняется, и сейчас население начало употреблять больше низкокалорийных зеленых овощей или зеленных культур.

Культуры, пригодные для всесезонного выращивания, должны быть быстрорастущими, пластичными, отзывчивыми на интенсивные условия возделывания. С целью расширения ассортимента и ежедневной поставки свежих зеленных овощей, особенно в зимне-весенний период, создаются конвейеры по выращиванию разнообразной витаминной зелени. Ее производство рентабельно и востребовано на потребительском рынке.

В настоящее время проводятся исследования по подбору зеленных культур, наиболее пригодных для выращивания на вертикальной гидропонике. Выделяют наиболее ценные сорта салатов и пряно-вкусовых культур.

Существует необходимость совершенствования технологии возделывания зеленных культур [8]. Так как направленность сити-ферм – это получение экологически чистых продуктов, то использование природных регуляторов является востребованным и значимым.

Материалы и методы исследований. В 2021 г. был проведен вегетационный опыт на базе лаборатории инновационных технологий на защищенном грунте (сити-фермы) ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. Объектом исследования являлись сорт чабреца «Медок», природный регулятор роста «Янтарная кислота», микроэлемент «Борная кислота».

«Сити-ферма» представляет собой вертикальную гидропонную установку, которая состоит из двух вертикальных пирамид и предназначена для выращивания зелени и трав круглый год. Площадь помещения – 12м².

Каждая пирамида состоит из 16 вертикальных колонн. На одной колонне размещают от 7 до 10 растений в зависимости от сорта и вида культуры. Между ними размещаются рамы с LED светильниками.

Уровень влажности составляет 65-70 %, температура – 25°C, осуществляется освещение в течение 16 часов, полив раствором с помощью автоматической системы – 1 раз в час по 5 минут. Всего – 12 циклов. Уровень pH – 5.6-6.0, ЕС – 0,70. Доза минеральных удобрений рассчитывается в соотношении 3:2:1, что равноценно следующим дозам: 1,5 мл/л мл/л FloraGro, 1 мл/л FloraMicro, 0,50 мл/л FloraBloom. Используются фитосветильники со светодиодами двух спектров: белого и красного. Количество светодиодов – 96 шт на одном светильнике (72 шт – 660 nm, 24 шт – 450 nm), Спектр - Биколор – 660 nm : 450 nm (3:1). Размеры – 996 мм x 20мм.

Результаты исследований и их обсуждение. Вегетационный опыт был заложен в зимне-весенний период в 2021 г. Изучалось влияние янтарной и борной кислоты на всхожесть, скорость роста и высоту растений, на длину корней чабреца. В ходе проведенного исследования было установлено, что замачивание семян чабреца в янтарной кислоте очень эффективно, борная кислота не оказала существенного влияния на биометрические характеристики рассады чабреца. Использование янтарной кислоты ускорило время получения рассады и повысила всхожесть семян [5].

Растения чабреца были высажены в вертикальные колонны в первой декаде марта. На одну колонну разместили 8 растений чабреца. Одна колонна равна 1 м² площади поверхности. Всего для опыта потребовалось 6 колонн. По две колонны для контрольного варианта, листовая подкормка осуществлялась с помощью борной и янтарной кислоты. Одна повторность равнялась 4 растениям (рисунок 1). Высота колонны – 2 метра, размер колонны – 13*13 см.

В дальнейшем исследовалось влияние, которое оказали подкормки янтарной и борной кислотой, на листья. В течение вегетации подкормку проводили 2 раза: до 1-го среза однократно и до 2-го среза однократно. Борная кислота применялась в дозе 0,5 г препарата на 1 литр воды. Расход рабочей жидкости – 1 л на 10 м². Янтарная кислота применялась в дозе 2 г препарата на 20 литров воды, расход рабочей жидкости – 4 л на 100 м². Опрыскивание проводилось в вечерние часы с отключением светильников во избежание ожога листьев. В ходе наблюдений за растениями были определены высота растений во время 1-го и 2 - го среза и урожайность чабреца.

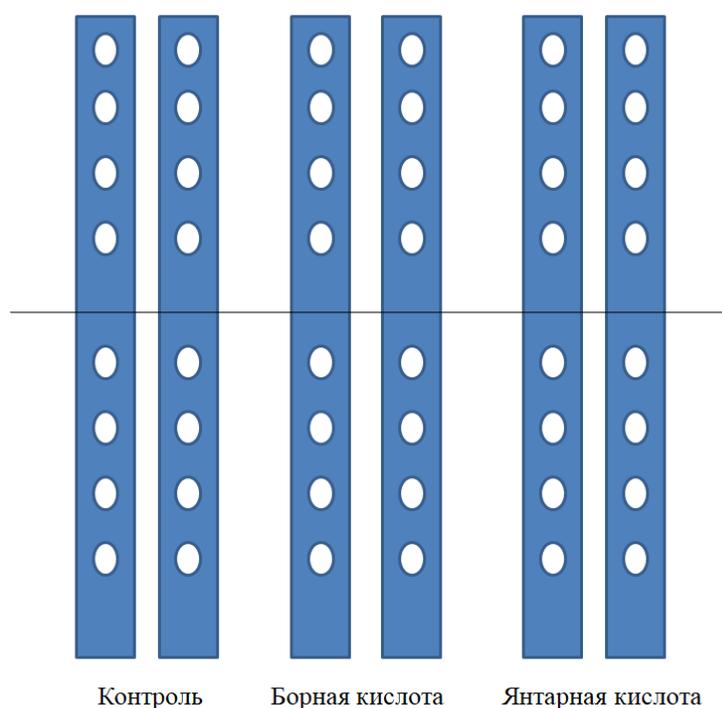


Рис. 1. Схема опыта в вертикальных колоннах

Чабрец рос с марта по май в вертикальной колонне до первой срезки (рисунок 2, 3). После первого среза зелени был получен более высокий урожай, чем после второго. Средняя масса зелени с одного растения составила в случае опрыскивания борной кислотой 53,75 г, янтарной – 61,75 г, а в контрольном варианте – 46,5 г (таблица 1). Существенных отличий высоты растений в разных вариантах опыта зафиксировано не было. В среднем высота среза при 1 и 2 срезе была одинаковой. Срез проводили до начала цветения (рисунок 4,5). Второй срез – 15 июля (вариант с подкормкой янтарной кислотой существенно отличался от варианта с использованием борной кислоты).

Таблица 1 – Средние показатели урожайности с 1 растения

Варианты	1-ый срез, 20.05.2021		2-ой срез, 15.07.2021	
	Высота растений, см	Масса зелени, г.	Высота растений, см	Масса зелени, г.
Контроль	24,18	46,50	25,98	43,25
Борная кислота	27,25	53,75	26,00	48,50
Янтарная кислота	27,78	61,75	27,18	56,50
НСР ₀₅	3,08	10,85	3,99	10,67

Расчет урожайности растений, размещенных в вертикальной гидропонной системе, производится с учетом размера колонн. В нашем случае одна колонна считается за 1 м², поэтому урожайность учитывалась в кг на 1 м². Пересчет показал следующие результаты урожайности: контрольный вариант – 0,372 г, при опрыскивании борной кислотой – 0,430 г, при опрыскивании янтарной кислотой – 0,494 г, при втором срезе – 0,346 г контрольный вариант, 0,388 г с использованием борной кислоты и 0,452 г с использованием янтарной кислоты (таблица 2).

Таблица 2 – Урожайность растений чабреца, кг/м²

Варианты	Урожайность с 1 среза		Урожайность со 2 среза	
	Урожайность, кг/м ²	%	Урожайность, кг/м ²	%
Контроль	0,372	-	0,346	-
Борная кислота	0,430	15,59	0,388	12,14
Янтарная кислота	0,494	28,37	0,452	27,32
НСР ₀₅		17,57		18,89



Рис. 2. Растения чабреца после пересадки в вертикальные колонны



Рис. 3. Растения чабреца через месяц после пересадки в вертикальные колонны



Рис. 4. Растения чабреца до первого среза



Рис. 5. Растения чабреца до второго среза

Выводы. В целом опрыскивание природными регуляторами роста (борной и янтарной кислотой) оказали положительное влияние на рост и развитие растений чабреца за весь вегетационный период. Существенное влияние на урожайность оказало опрыскивание янтарной кислотой. Для повышения урожайности в гидропонных системах рекомендуем опрыскивать растения природными регуляторами роста.

Литература

1. Васильева, Т. И. Сравнительное изучение регуляторов роста на сое / Т. И. Васильева, Е. Р. Ягодинова, Л. В. Елисеева // Студенческая наука – первый шаг в академическую науку: материалы Всероссийской студенческой научно-практической конференции. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2017. – С.87-89.

2. Елисеева, Л. В. Формирование стеблестоя зерновых бобовых культур под влиянием регуляторов роста растений / Л. В. Елисеева, О. В. Каюкова, С. В. Филиппова // Роль аграрной науки в устойчивом развитии сельских территорий: материалы IV Всероссийской (национальной) научной конференции. – Новосибирск: ИЦ НГАУ «Золотой колос», 2019. – С. 23-25.
3. Ивкин, М. М. Исследование некоторых методов работы с аквапоникой для выращивания растений в емкостях на субстрате / М. М. Ивкин // Научно-технический startup 2021: сборник статей Международного научно-исследовательского конкурса. – Петрозаводск: Международный центр научного партнерства «Новая Наука», 2022. – С. 65-75.
4. Михайлова, Н. Н. Изучение влияния янтарной и борной кислоты на получение рассады в гидропонных системах / Н. Н. Михайлова // Научно-образовательная среда как основа развития интеллектуального потенциала сельского хозяйства регионов России: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию ФГБОУ ВО Чувашский ГАУ. – Чебоксары: Чувашский ГАУ, 2021. – С. 82-83.
5. Подходы к разработке технологии управляемого выращивания овощей в закрытых искусственных агроэкосистемах / А. А. Смирнов, И. М. Довлатов, Ю. А. Прошкин [и др.] // Агротехника и энергообеспечение. – 2019. – № 4 (25). – С. 61-70.
6. Фадеева, Н. А. Применение регуляторов роста как прием увеличения приживаемости хвойных культур / Н. А. Фадеева, Н. Г. Захарова // Вестник Чувашской государственной сельскохозяйственной академии. – 2021. – № 2 (17). – С. 43-46.
7. Фадеева, Н. А. Энергетическая эффективность использования регуляторов роста при возделывании кипрея / Н. А. Фадеева, Н. А. Кириллов // Научно-образовательные и прикладные аспекты производства и переработки сельскохозяйственной продукции: сборник материалов Международной научно-практической конференции, посвященной 20-летию первого выпуска технологов сельскохозяйственного производства. – Чебоксары: Чувашская ГСХА, 2018. – С. 137-140.
8. Ценная овощная зелень на гидропонике для круглогодичного потребления / Е. В. Пинчук, Л. В. Беспалько, Е. Г. Козарь [и др.] // Овощи России. – 2019. – № 3 (47). – С. 45-53.
9. Эфиромасличные культуры семейства Lamiaceae для вертикального овощеводства / И. Т. Балашова, Л. В. Беспалько, А. В. Молчанова [и др.] // Овощи России. – 2020. – № 4. – С. 72-75.

Сведения об авторах

1. **Михайлова Надежда Николаевна**, ассистент кафедры земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: cool.gordeeva@list.ru; тел. 8-937-394-03-11;
2. **Елисеева Людмила Валерьевна**, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, зав. кафедрой земледелия, растениеводства, селекции и семеноводства, Чувашский государственный аграрный университет, 428003, Чувашская Республика, г. Чебоксары, ул. К. Маркса, 29; e-mail: ludmilaval@yandex.ru; тел. 8-937-015-95-02.

INFLUENCE OF GROWTH REGULATORS ON THYME YIELD IN A VERTICAL HYDROPONIC INSTALLATION

N. N. Mikhailova, L. V. Eliseeva
 Chuvash State Agrarian University
 428003, Cheboksary, Russian Federation

Brief abstract. On the basis of the laboratory of innovative technologies of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education of the Chuvash State Agrarian University in 2021, a vegetation experiment was carried out on protected ground (city-farm) to determine the effect of natural growth stimulants ("succinic" and "boric" acid) on the growth and development of thyme plants. The thyme variety "Medoc" was used. Experience in soaking thyme seeds with these preparations proved the effectiveness of this method. Soaking the seeds with "succinic" acid accelerated the process of their germination. Soaking with "boric" acid did not bring the expected effect. The seedlings grew in a mineral plug, in a system of periodic flooding in the seedling section of the city farm, then they were transplanted into vertical columns. Vertical columns are part of the construction of vertical pyramids with a hydroponic installation. The substrate in vertical columns consisted of artificial felt and synthetic filler. Water was supplied by drip irrigation, the optimal level of acidity and electrical conductivity was maintained in the nutrient solution. As a means of illumination, LED lamps with red and white spectrum diodes were used. The processes of maintaining the microclimate in the room, lighting and watering were fully automated. Foliar feeding of thyme plants with "succinic" and "boric" acid in the experimental variants was carried out twice. The dose of the preparations was in accordance with the manufacturer's instructions. In the course of harvesting the green mass of thyme, it was revealed that after the first cut, it increased as a result of foliar feeding of the crop compared to the control variant: by 15.6% in the variant with

“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. Bespal'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. Bespal'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