

УДК 631.412

ВЛИЯНИЕ СРЕДСТВ ХИМИЗАЦИИ И БИОЛОГИЗАЦИИ НА ИЗМЕНЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПОЧВЫ

© 2025 С.Н. Никитин

Самарский федеральный исследовательский центр РАН,
Ульяновский научно-исследовательский институт сельского хозяйства им. Н.С. Немцева,
г. Ульяновск, Россия

Статья поступила в редакцию 18.05.2025

Исследованиями установлено, что при внесении органических удобрений, особенно осадков сточных вод как умеренной, так и повышенной дозы, наблюдается увеличение содержания подвижных форм тяжелых металлов в почве, но не превышает предельно допустимых концентраций. Это, тем не менее, не снимает необходимости жесткого контроля безопасности получаемой продукции и агроэкологического состояния почв.

Ключевые слова: органические удобрения, тяжелые металлы, диатомит, навоз, осадки сточных вод, биопрепараты.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-2-25-28

EDN: IYQMLT

ВВЕДЕНИЕ

Резкое сокращение применения в сельскохозяйственном производстве органических и минеральных удобрений ставит необходимость поиска дополнительных источников питания растений. В связи с этим, изучение взаимодействия растений и микроорганизмов имеет в настоящее время особую актуальность. Для достижения сбалансированности сельского хозяйства необходимо обратить внимание на такие процессы, как биологическая фиксация азота и реутилизация элементов питания, а также помнить о том, как важно поддерживать биоразнообразие в экосистемах [1, 2, 3, 4].

Осадки сточных вод в некоторых случаях являются более сильным агентом, влияющим на свойства почвы, чем навоз и минеральные удобрения и служат основным источником фосфорного питания растений, и при повышенных дозах практически отсутствует необходимость внесения минеральных удобрений. К сожалению, ОСВ имеет несбалансированный состав основных элементов питания. Поэтому наибольшая урожайность полевых сельскохозяйственных культур может быть достигнута при добавлении к ним минеральных удобрений для компенсации несбалансированности по питательным элементам, или других органических удобрений или мелиорантов для нейтрализации токсических веществ, снижения подвижности элементов [5, 6, 7, 8].

Цель исследований - изучить влияние средств химизации и биологизации на изменение агрохимических свойств почвы.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Для определения удобрительной ценности и экологической безопасности доз внесения осадков сточных вод был проведен полный агрохимический анализ как ОСВ, так и навоза. Химический анализ показал, что ОСВ в сравнении с навозом намного богаче основными питательными веществами. В них содержится 2,2% общего азота, 1,5% P_2O_5 ; 1,9% K_2O , влажность 48%. Осадки имели pH 6,6. Содержание органического вещества, азота, фосфора, кальция и магния в осадках сточных вод выше, чем в навозе КРС, что определяет особую ценность их как удобрения. Содержание тяжелых металлов (ТМ) в ОСВ выше, чем в навозе. Однако, валовое содержание ТМ было намного ниже предельно допустимых величин. В связи с вышеизложенным, использование осадков городских сточных вод и навоза КРС, богатых органическим веществом и элементами питания, может быть важным резервом восполнения гумуса и доступных растениям форм питательных веществ.

Для осуществления отбора почвенных и растительных образцов, проведения наблюдений и лабораторных анализов в полевых опытах использовались стандартные методики, описанные в различных источниках [7, 8, 9, 10, 11].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что при внесении осадков сточных вод наблюдается незначительное увеличение содержания валовых форм тяжелых металлов в почве. Однако, на всех вариантах содержание валовых форм тяжелых металлов в почве намного ниже предельно допустимых концентраций (ПДК). Следует отметить, что одноразовое внесение ОСВ как умеренной дозы (12,5 т/га), так и повышенной дозы (25 т/га) не привело к существенному увеличению подвижности ТМ. Однако, для вариантов с применением ОСВ наметилась тенденция незначительного увеличения содержания ряда ТМ, в частности Pb, Cd и Zn причем превышения ПДК при этом не отмечалось. Исследованиями установлено, что совместное применение различных видов органических удобрений с диатомитом или с биопрепаратами способствует некоторому снижению подвижных форм тяжелых металлов в почве.

Применение органических удобрений позволило существенно повысить на 8-78 мг/кг количество легкогидролизуемого азота в почве. Из изучаемых видов удобрений наибольшее влияние на азотный режим чернозема оказало применение навоза и ОСВ. Более высокие показатели содержания легкогидролизуемого азота в почве были при внесении навоза, где этот показатель составил 140-162 и ОСВ – 182-196, тогда как на контроле – 118 мг/кг. При совместном применении органических удобрений и диатомита количество легкогидролизуемого азота в почве варьирует в пределах 126-182 мг/кг. При этом на исследуемых вариантах содержание этой формы азота на 14-56 мг/кг выше относительно контрольного значения. Исследования выявили некоторое преимущество применения органических удобрений и предпосевной обработки семян озимой пшеницы биопрепаратом ризоагрин. Содержание легкогидролизуемого азота на этих вариантах было наибольшим и варьировало от 148 до 195 мг/кг.

На протяжении вегетационного периода озимой пшеницы различия в запасах легкогидролизуемого азота на удобренных вариантах были выше по сравнению с контролем на 18-32%. К фазе полной спелости озимой пшеницы запасы легкогидролизуемого азота в почве снижались, однако и в этой фазе они значительно превышали запасы контрольного значения. Таким образом, из применяемых органических удобрений наибольшее влияние на содержание легкогидролизуемого азота в фазу кущения озимой пшеницы оказали осадки сточных вод, навозная система удобрения несколько уступала. При их сочетании с биопрепаратом этот показатель повышается на 12-25%.

Используемые в опыте органические удобрения являлись существенным фактором, повышающим обеспеченность почвы нитратным и аммиачным формами азота. При внесении как ОСВ, так и навоза существенно улучшается азотный режим почвы. Действие на обеспеченность почвы азотом возрастало с увеличением их нормы и максимум содержания нитратного и аммиачного азота наблюдался при внесении 50 т/га навоза и ОСВ в эквивалентной норме. При этом действие ОСВ имело некоторое преимущество перед навозной системой удобрения. Аналогичная закономерность наблюдалась и на фоне внесения диатомита и предпосевной обработки семян озимой пшеницы биопрепаратом.

Применение ОСВ привело к существенному возрастанию количества подвижной формы фосфора в пахотном слое почвы. Наибольшее повышение этой формы фосфорной кислоты в почве обеспечило внесение ОСВ (в дозе эквивалентной по азоту 25 т/га навоза) и предпосевной обработки семян биопрепаратами. Немного уступал по этому показателю вариант внесения навоза 50 т/га в сочетании с предпосевной обработкой семян озимой пшеницы биопрепаратом ризоагрин. Также не уступает этим вариантам как отдельное применение диатомита, так и совместно с органическими удобрениями. Внесение в почву осадков сточных вод как в дозах 12,5 т/га и 50 т/га позволило увеличить содержание обменного калия в пахотном слое почвы. На следующий год после внесения ОСВ количество обменного калия в почве возросло на 0,8-2,5 мг по сравнению с контролем.

Результаты наших исследований по динамике содержания азота, фосфора и калия в растениях яровой пшеницы показали, что органические удобрения, диатомит и биопрепараты благоприятно действуют на поступление элементов питания в растения. Исследования динамики содержания основных элементов питания в растениях показывают, что при применении осадков сточных вод и навоза существенно улучшается минеральное питание растений. Особенно хорошо это проявляется при сочетании их с предпосевной обработкой семян биопрепаратом. Это может быть связано как со стимулирующим влиянием микроорганизмов и улучшением поглощения данных элементов из почвы, так и с ассоциативной азотфиксацией.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Применение различных видов органических удобрений, диатомита и предпосевная обработка семян биопрепаратами, улучшая физико-химические свойства и азотно-фосфорный режим чернозема выщелоченного, положительно сказалось на продуктивности озимой пшеницы. Так, при внесении органических удобрений урожайность озимой пшеницы повышается на 0,12-0,71 т/га или на 3,6-21,6%. Более высокие результаты урожайности были достигнуты при внесении навоза в дозе 50 т/га и осадков сточных вод в эквивалентных количествах по содержанию азота. На фоне применения диатомита урожайность от внесения органических удобрений повышается на 0,19-0,83 т/га или на 5,5-23,9%. При этом более высокая урожайность достигнута при применении ОСВ и навоза в повышенных дозах. При сочетании предпосевной обработки зерна озимой пшеницы биопрепаратом и внесения органических удобрений урожайность варьировала от 3,54 до 4,46 т/га. На исследуемых вариантах урожайность относительно контроля повысилась на 0,27-0,92 т/га или 7,6-26,0%.

В целом, следует отметить, что эффективность внесения различных видов органических удобрений повышается на фоне применения диатомита и предпосевной обработки семян биопрепаратами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брескина, Г.М. Влияние биопрепаратов и азотных удобрений на фитотоксичность чернозема типичного при применении побочной продукции на удобрение / Г.М. Брескина, Н.А. Чуян // Международный сельскохозяйственный журнал. – 2022. – № 1(385). – С. 57-61.
2. Смольский, Е.В. Экономическая эффективность систем удобрения при выращивании озимой пшеницы в условиях радиоактивного загрязнения территории / Е.В. Смольский, Е.П. Чирков, В.Ф. Шаповалов // Вестник Брянской ГСХА. – 2022. – № 2(90). – С. 8-13.
3. Курбанов, С.А. Урожайность и адаптивность сортов озимой мягкой пшеницы в зависимости от применения биопрепаратов / С. А. Курбанов, Д.С. Магомедова, Т. Р. Велиев // Проблемы развития АПК региона. – 2022. – № 4(52). – С. 93-97.
4. Накаряков, А.М. Влияние биопрепаратов и удобрений на урожайность и качество зерна озимой пшеницы на светло-серой лесной почве / А.М. Накаряков, А.А. Завалин // Плодородие. – 2021. – №4. – С.26-30.
5. Немцев, С.Н. Влияние диатомита на содержание тяжелых металлов в почве и поступление их в зерно озимой пшеницы при применении удобрений / С.Н. Немцев, С.Н. Никитин, А.В. Орлов // Земледелие. – 2011. – № 5. – С. 11-12.
6. Завалин, А.А. Урожайность культур и продуктивность севооборота при использовании средств химизации и биологизации / А.А. Завалин, С.Н. Никитин // В сборнике: Аграрная наука и производство: проблемы и перспективные направления сотрудничества. Материалы Всероссийской научно-практической конференции. – 2014. – С. 141-151.
7. Мерзлая, Г.Е. Агроэкологическая эффективность осадков сточных вод г. Москвы / Г.Е. Мерзлая, Р.А. Афанасьев // Агрохимический вестник. – 2001. – № 5. – С. 25.
8. Варламова, Л.Д. Приемы улучшения качества органосодержащих отходов, используемых для удобрения / Л.Д. Варламова, В.Г. Бусоргин, И.Д. Короленко, Н.А. Сони́на // Агрохимический вестник. – 2011. – № 2. – С. 16-18.
7. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). 5-е изд., доп. и перераб. / Б.А. Доспехов. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
8. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 2. – М.: ВИУА, 1983. – 172 с.
9. Методические указания по проведению исследований в длительных опытах с удобрениями. Ч. 3. Анализ растений [под ред. В.Г. Минеева]. – М.: ВАСХНИЛ, 1985. – 131 с.
10. Методические указания по проведению длительных опытов с удобрениями. Часть 1. Особенности закладки и проведения длительных в различных условиях. – М.: ВИУА, 1986. – 146 с.
11. Завалин, А.А. Оценка эффективности микробных препаратов в земледелии / А.А. Завалин, Т.М. Духанина, М.В. Чистотин, В.Ф. Ладонин и др. – М.: Россельхозакадемия, 2000. – 81 с.

THE CHANGE OF AGROCHEMICAL PROPERTIES OF THE SOIL IN THE APPLICATION OF CHEMICALS AND BIOLOGICAL

© 2025 S.N. Nikitin

Samara Federal Research Scientific Center RAS,
Ulyanovsk Scientific Research Agriculture Institute named after N.S. Nemtsev, Ulyanovsk, Russia

Studies have found that when organic fertilizers, especially of sewage sludge as moderate and high doses, an increase in the content of mobile forms of heavy metals in the soil, but does not exceed the maximum allowable concentrations. This, however, does not remove the need for tight security control of the manufactured products and agroecological condition of soils.

Keywords: organic fertilizers, heavy metals, diatomite, manure, sewage sludge, biologicals.

DOI: 10.37313/2782-6562-2025-4-2-25-28

EDN: IYQMLT

REFERENCES

1. *Breskina, G.M.* Vliyanie biopreparatov i azotnyh udobrenij na fitotoksichnost' chernozema tipichnogo pri primenении побочной продукции на удобрение / G.M. Breskina, N.A. Chuyan // *Mezhdunarodnyj sel'skhozaystvennyj zhurnal.* – 2022. – № 1(385). – S. 57-61.
2. *Smol'skij, E.V.* Ekonomicheskaya effektivnost' sistem udobreniya pri vyrashchivании ozi-moj pshenicy v usloviyah radioaktivnogo zagryazneniya territorii / E.V. Smol'skij, E.P. Chirkov, V.F. Shapovalov // *Vestnik Bryanskoj GSHA.* – 2022. – № 2(90). – S. 8-13.
3. *Kurbanov, S.A.* Urozhajnost' i adaptivnost' sortov ozimoy myag-koj pshenicy v zavisimosti ot primeneniya biopreparatov / S. A. Kurbanov, D.S. Magomedova, T. R. Veliev // *Problemy razvitiya APK regiona.* – 2022. – № 4(52). – S. 93-97.
4. *Nakaryakov, A.M.* Vliyanie biopreparatov i udobrenij na urozhajnost' i kachestvo zerna ozimoy pshenicy na svetlo-seroj lesnoj pochve / A.M. Nakaryakov, A.A. Zavalin // *Plodorodie.* – 2021. – №4. – S.26-30.
5. *Nemcev, S.N.* Vliyanie diatomita na sodержание tyazhelyh metal-lov v pochve i postuplenie ih v zerno ozimoy pshenicy pri primenении udobrenij / S.N. Nemcev, S.N. Nikitin, A.V. Orlov // *Zemledelie.* – 2011. – № 5. – S. 11-12.
6. *Zavalin, A.A.* Urozhajnost' kul'tur i produktivnost' sevooborota pri ispol'zovanii sredstv himizacii i biologizacii / A.A. Zavalin, S.N. Nikitin // *V sbornike: Agrarnaya nauka i proizvodstvo: problemy i perspektivnye napravleniya sotrudnichestva. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoy konferencii.* – 2014. – S. 141-151.
7. *Merzlaya, G.E.* Agroekologicheskaya effektivnost' osadkov stochnyh vod g. Moskvy / G.E. Merzlaya, R.A. Afanas'ev // *Agrohimicheskij vestnik.* – 2001. – № 5. – S. 25.
8. *Varlamova, L.D.* Priemy uluchsheniya kachestva organosoderzhashchih othodov, ispol'zuemyh dlya udobreniya / L.D. Varlamova, V.G. Busorgin, I.D. Korolenko, N.A. Sonina // *Agrohimicheskij vestnik.* – 2011. – № 2. – S. 16-18.
7. *Dospekhov, B.A.* Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniy). 5-e izd., dop. i pererab. / B.A. Dospekhov. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 s.
8. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nyh opytah s udobreniyami. Ch. 2.* – M.: VIUA, 1983. – 172 s.
9. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu issledovaniy v dlitel'nyh opytah s udobreniyami. Ch. 3. Analiz rastenij [pod red. V.G. Mineeva].* – M.: VASHNIL, 1985. – 131 s.
10. *Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu dlitel'nyh opytov s udobreniyami. Chast' 1. Osobennosti zakladki i provedeniya dlitel'nyh v razlichnyh usloviyah.* – M.: VIUA, 1986. – 146 s.
11. *Zavalin, A.A.* Ocenka effektivnosti mikrobnih preparatov v zemledelii / A.A. Zavalin, T.M. Duhanina, M.V. Chistotin, V.F. Ladonin i dr. – M.: Rossel'hozokademiya, 2000. – 81 s.