

СХЕМА ДЕЙСТВИЯ УДОБРЕНИЙ С КОБАЛЬТОМ И МАРГАНЦЕМ В ИНТЕНСИВНЫХ ТЕХНОЛОГИЯХ ВОЗДЕЛЫВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР

Кунцевич Алексей Александрович¹, Ручкина Анастасия Владимировна², Роман Николаевич Ушаков³, Лузгин Николай Евгеньевич⁴

^{1,2,3,4}Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Рязанский государственный агротехнологический университета имени П.А. Костычева»

¹akmbkk@yandex.ru

Аннотация. В статье приводятся мероприятия по компенсации недостатка кобальта и марганца при разных агротехнологиях на территории региона.

Проблема и цель. Учитывая постоянный недостаток кобальта и марганца в почве и растительной массе на территории региона необходимо знать и применять в сельскохозяйственном производстве мероприятия, направленные на компенсацию их недостатка. Это и являлось целью наших исследований.

Методология. Используя обзор научной литературы, результаты собственных исследований применены научные методы

Результаты. Кобальт - один из микроэлементов, жизненно важных организму. Он входит в состав витамина B12 (кобаламин). Кобальт задействован при кроветворении, функциях нервной системы и печени, ферментативных реакциях [2].

По содержанию в почве марганец (Mn) занимает третье место после железа и алюминия. Данный элемент способствует повышению сопротивления растений к засухе, т.к. усиливает водоудерживающую способность, при этом снижает транспирацию. Марганец, параллельно с кальцием способствуют избирательному поглощению ионов из внешней среды.

Атомы кобальта и марганца являются активными центрами в растительных ферментах, регулирующих ряд важных функций, поэтому необходимы для оптимального роста и развития сельскохозяйственных культур и получения стабильных урожаев.

Заключение. Таким образом, для поддержания содержания микроэлементов на оптимальном уровне, необходимо проводить листовые подкормки баковыми смесями. При использовании хелата марганца и кобальта, норма расхода препарата должна быть 100-200 г/га, и 20-50 г/га соответственно при расходе баковой смеси 150-300 л/га с возможностью совместного применения

с большинством средств защиты растений. Кроме того рекомендуется опудривание семян перед посевом.

Ключевые слова: кобальт, марганец, почва, хелаты, технология внесения удобрений.

Original article

THE SCHEME OF EFFECT OF FERTILIZERS WITH COBALT AND MANGANESE IN INTENSIVE TECHNOLOGIES OF GROWING AGRICULTURAL CROPS

Kuntsevich Alexey Aleksandrovich¹, Ruchkina Anastasia Vladimirovna², Ushakov Roman Nikolaevich³, Luzgin Nikolay Evgenievich⁴

^{1,2,3,4}Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Ryazan State Agrotechnological University Named after P.A. Kostychev"

¹akmbkk@yandex.ru

Abstract. The article presents measures to compensate for the lack of cobalt and manganese with different agricultural technologies in the region.

Problem and purpose. Given the constant lack of cobalt and manganese in the soil and plant mass in the region, it is necessary to know and apply measures in agricultural production aimed at compensating for their deficiency. This was the purpose of our research.

Methodology. Using a review of scientific literature, the results of our own research, scientific methods were applied.

Results. Cobalt is concentrated in the generative organs, accumulates in pollen, and actively accelerates its germination. In plants, about half of the cobalt content is in ionic form, a fifth in the form of cobamide compounds and in the composition of vitamin B12. Vitamin B12 is synthesized by microorganisms and enters plants from the soil in nitrogen-fixing legumes. Manganese, along with calcium, contribute to the selective absorption of ions from the external environment. If this element is excluded from the nutrient medium, a violation of their ratio in the nutritional balance is noted in plant tissues. It affects the movement of phosphorus from aging lower leaves to the upper and reproductive organs, i.e. it partially participates in phosphorus metabolism. Increases plant resistance to drought, enhancing the water-holding capacity of tissues, reduces transpiration.

Conclusion. Thus, to maintain the content of microelements at an optimal level, it is necessary to carry out foliar feeding with tank mixtures. When using manganese and cobalt chelate, the consumption rate of the preparation should be 100-200 g / ha, and 20-50 g / ha, respectively, with a tank mixture consumption of 150-300 l / ha with the possibility of joint use with most plant protection products. In addition, dusting of seeds before sowing is recommended.

Key words: *cobalt, manganese, soil, chelates, fertilizer application technology.*

Введение

Из всего многообразия макро-, мезо- и микроэлементов есть элемент, применение которого является спорным моментом у многих агрономов и агрохимиков. Но тем не менее, есть много результатов исследований, показывающих важность данного, во многом недооцененного микроэлемента.

Кобальт (Co) – элемент девятой группы четвертого периода периодической системы химических элементов таблицы Дмитрия Ивановича Менделеева, которому присвоен 27 атомный номер [7].

Кобальт имеет только один стабильный изотоп и двадцать два радиоактивных. Кобальт - один из микроэлементов, жизненно важных организму. Он входит в состав витамина B12 (кобаламин). Кобальт задействован при кроветворении, функциях нервной системы и печени, ферментативных реакциях [2].

По содержанию в почве марганец (Mn) занимает третье место после железа и алюминия. Известный российский агрохимик Константин Коэтанович Гедройц определил, что марганец активно взаимодействует с растениями на фоне внесения извести. Необходимость марганца для жизни растений отмечал Федор Васильевич Чириков. К недостатку марганца чувствительны ряд групп культурных растений, таких как сахарная и столовая свекла, кормовые клубнеплоды, злаки, картофель, люцерна, подсолнечник [1].

Данный элемент очень важен, даже в очень малых и «следовых» количествах, так как он входит в состав ферментов, принимающих участие в восстановительных реакциях нитратов, нитритов и гидроксиламина. В результате данных реакций образуется аммиак, который является одним из источников азота для растений. Примерный вынос его с урожаем составляет порядка 0,5...4,5 кг/га. Естественно, данный вынос, у учетом содержания марганца в почве, должен компенсироваться с помощью внесения разных видов микроудобрений [5].

Материалы и методы исследований

В статье приведены результаты собственных исследований и обзор научной литературы с использованием методов анализа, логики, обобщения, сравнения. Цель исследований – изучение проблемы недостатка микроэлементов (кобальта и марганца) в почве и растениях при различных агротехнологиях.

Результаты исследований и их обсуждение

Как показал анализ научной литературы [1, 5, 8], между кобальтом и марганцем установлена связь, выраженная, во-первых, во влиянии марганца на регулирование состава и микроструктуры оксидных соединений кобальта. Оптимальная концентрация марганца составляет в среднем до 1%. Во-вторых, кобальт и марганец могут образовывать смешанные соединения, например шпинель Co_2MnO_4 , которая является эффективным электрокатализатором выделения кислорода из воды. Таким образом, кобальт и марганец имеют

важные взаимосвязи, которые проявляются в образовании и использовании смешанных соединений и влияют на свойства друг друга.

Содержание кобальта в растениях крайне мало, можно сказать он находится в «следовых» количествах, его содержание в среднем составляет 0,00002%. Значительное количество кобальта содержится в клубеньках растений семейства бобовые. Данный элемент также влияет на образование пыльцы у растений (генеративные функции). В растениях примерно половина содержания кобальта находится в ионной форме, остальная часть в составе витамина B12 и кобамидных соединений. Витамин B12 синтезируется микроорганизмами и поступает в растения из почвы, у азотфиксирующих бобовых растений (хотя есть исследования, доказывающие, что азотфиксирующие бактерии образуются и на корнях кукурузы Sierra Mixe) образуется в клубеньках. В растениях обнаружен у представителей семейства бобовые, репчатого лука, репы и гороха [8].

Выбор кобальтовых удобрений довольно ограничен. Сульфат кобальта – микроудобрение, которое содержит в своем составе такой важный элемент, как кобальт, необходимый для нормального развития сельскохозяйственных культур. Используется, как и все микроудобрения, в качестве некорневой подкормки [7].

Разрешено применение сернокислого кобальта при предпосевной обработке семян. При дефиците кобальта в почве у растений проявляются признаки азотного голодания, укороченный цикл развития культур, хлороз листьев, замедление роста. Помимо этого, наблюдается ухудшение качества получаемого урожая, например у сои снижение содержания протеина.

Можно сказать, что растениями-индикаторами при дефиците кобальта являются представители семейства бобовые. Они раньше всех и чувствительнее реагируют на недостаток данного микроэлемента в почве.

Кобальт способствует укорачиванию вегетационного периода у ячменя, что положительно сказывается на уборке культуры, повышает масличность у льна (с увеличением доли непредельных жирных кислот), способствует повышению сахаров у ряда овощных культур (томаты, белокочанная капуста).

Для внесения в почву перспективны удобрения: нитроаммофоска (17 % N, 17 % P_2O_5 , 17 % K_2O , 0,05 % Co), двойной суперфосфат (43-46 % P_2O_5 , 0,1 % Co) или $CoSO_4 \cdot 7H_2O$ с последующим гранулированием полученных продуктов.

Рекомендуется применять удобрения с кобальтом на бедных болотных и подзолистых почвах, при возделывании льна масличного или межеумка, гороха, вики, чмения, сахарной свеклы. Дозы внесения при работе по листу – 100...200г (в пересчете на Co, при объеме баковой смеси 150л), в почву с основными удобрениям 200...800 г/га, при протравливании семян 50...150 г/тонну семян совместно с фунгицидными и инсектицидными препаратами.

Рекомендуется применение хелата кобальта в количестве 0,03-0,05 кг/га при концентрации рабочего раствора – 0,02-0,05%. Расход рабочего раствора (баковой смеси) 300-600 л/га, применяют при некорневой подкормке растений по листу в начальные фазы развития культуры 1-2 раза.

В растительных марганец был открыт в 1872 году и довольно долгое время вклад в питание растений данного элемента считался практически на нулевом уровне. Хотя со временем оказалось, что это далеко не так.

Выяснилось, что к недостатку марганца довольно чувствительна свекла, как сахарная, так и кормовая [3, 8].

Марганец участвует стимулятором воздействия индолилуксусной кислоты на рост клеток у растений. Довольно значимая роль данного элемента в осформом обмене. Марганец, параллельно с кальцием способствуют избирательному поглощению ионов из внешней среды. Снижает транспирацию воды с поверхности листьев, тем самым сохраняя влагу в растениях и способствует усилению устойчивости к засушливым явлениям.

При остром дефиците марганца отмечены случаи практически полного отсутствия плодоношения у таких культур, как томат, редис и горох. При недостатке Mn отмечают серая пятнистость злаков, а также хлорозы [4].

Перед внесением в почву марганцевых удобрений необходимо знать следующие показатели:

- механический состав;
- гранулометрический состав почвы;
- кислотность почвы;
- содержание марганца в почве и листьях растений по результатам агрохимических исследований и листовой диагностики.

Марганцевые удобрения способствуют повышению урожайности картофеля - до 30 ц/га, урожайности сахарной свёклы до 15 ц/га, урожайности зерновых культур - до 4 ц/га.

В качестве марганцевых удобрений есть опыт применения отходов (шлаков, шламов) предприятий марганцово-рудной промышленности, содержание марганца в которых составляет 10-18%. Также в них содержится примерно 20% кальция и магния, 25-28% оксида кремния, 8-10% полуторных оксидов и небольшое количество фосфора. В данном случае очень важно обращать внимание на ПДК по тяжелым металлам и радионуклидам.

Нельзя не отметить возможность применения сульфат марганца ($MnSO_4$), хотя здесь есть ограничивающий фактор – высокая цена. Сульфат марганца это мелкокристаллическая соль, с содержанием Mn 32,5%, хорошо растворим в воде.

Анализ результатов наших исследований показал, что для обработки семян (опудривания) целесообразно применять сульфат марганца в количестве 50...100 г при смешивании с 300..400г наполнителя (тальк). Данного количества смеси достаточно для обработки 100 кг семян зерновых, масличных, зернобобовых и технических культур.

Опудривание можно совмещать с протравливанием семян фунгицидами. Для листовых подкормок полевых культур норма расхода составляет 200 г $MnSO_4$ на 1 га, для опрыскивания плодовых и ягодных культур - 500 - 800 г/га (рисунок 1). Норма расхода баковой смеси 200-300 л/га.



Рисунок 1 – Опрыскивание плодовых деревьев

Figure 1 – Spraying of fruit trees

При использовании хелата марганца,

норма расхода препарата должна быть 100-200г/га, при расходе баковой смеси 150-300л/га с возможностью совместного применения с большинством средств защиты растений.

Рекомендуется также совместное применение хелатов кобальта и марганца в количестве 0,03-0,05 кг/га при концентрации рабочего раствора – 0,02-0,05%. Расход рабочего раствора (баковой смеси) 300-600 л/га, применяют при некорневой подкормке растений по листу в начальные фазы развития культуры 1-2 раза. Кроме того возможно применение комплексных удобрений с микроэлементами для компенсации их недостатка в растениях и почве, а также выноса с урожаем. Важным моментом здесь будет проведение полного агрохимического анализа с листовой диагностикой.

Заключение

Таким образом, кобальт и марганец являются химическими элементами, которые важны для жизни и плодоношения растений, учитывая их взаимовлияние друг на друга, можно добиться роста урожайности сельскохозяйственных культур, возделываемых в регионе. На основе самостоятельных длительных натурных исследований установлены соблюдение санитарных доз и необходимость соблюдения доз применяемых химических элементов для опрыскивания, подкормки листовой, опудривания и др.

Библиографический список

1. Влияние гуминовых кислот на повышение плодородия почвы / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич, К. Д. Сазонкин, А. В. Ручкина // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 260-264. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=uxokil>
2. Новикова, Е. Е. Агробιοлогические основы применения удобрений / Е. Е. Новикова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии : Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 265-270. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54948913>

3. Особенности минерального питания озимых зерновых культур / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич, С. С. Чернопяттов [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 313-317. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=nchvbs>
4. Приёмы оздоровления почв / А. В. Ручкина, А. А. Кунцевич, А. А. Соколов [и др.] // Экологическое состояние природной среды и научно-практические аспекты современных агротехнологий: Материалы VIII Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 марта 2024 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2024. – С. 267-270. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=nchvbs>
5. Сафронова, Д. Р. Виды деградации почв и борьба с ними / Д. Р. Сафронова, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 339-343. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54948952>
6. Тыщенко, А. В. Влияние ресурсосберегающих технологий на засоренность и продуктивность кукурузы / А. В. Тыщенко, А. А. Соколов, А. А. Кунцевич // Инновации в сельском хозяйстве и экологии: Материалы II Международной научно-практической конференции, Рязань, 21 сентября 2023 года / Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет им. П.А. Костычева, 2023. – С. 403-408. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54953399>
7. Экономические показатели АПК Рязанской области / О. Н. Новикова, К. Д. Сазонкин, А. А. Кунцевич, С. В. Никитов // Научно-исследовательские решения высшей школы: Материалы студенческой научной конференции, 26 декабря 2023 года, Рязань, 26 декабря 2023 года. – Рязань: Рязанский государственный агротехнологический университет, 2023. – С. 151-152. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=62681088>
8. Захарова, О.А. Моделирование ингибирования численности микроорганизмов в аллювиальной почве центральной поймы р.Оки / О.А. Захарова, О. В. Евдокимова, В.П. Шичков// Сетевой научный журнал РГАТУ, 2024. - №4(6). – С. 29-40. DOI10.36508/journal.2024.70.88.005

References

1. Vliyanie guminovy`x kislot na povu`shenie plodorodiya pochvy` / E. E. Novikova, A. A. Kuncovich, K. D. Sazonkin, A. V. Ruchkina // Innovacii v sel`skom hozyajstve i e`kologii: Materialy` II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, Ryazan`, 21 sentyabrya 2023 goda / Ryazanskij gosudarstvenny`j agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kosty`cheva. – Ryazan`: Ryazanskij

- gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2023. – S. 260-264. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=uxokil>
2. Novikova, E. E. Agrobiologicheskie osnovy primeneniya udobrenij / E. E. Novikova, A. A. Kuncovich // *Innovacii v sel'skom khozyajstve i e'kologii : Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Ryazan', 21 sentyabrya 2023 goda / Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva. – Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2023. – S. 265-270. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54948913>
3. Osobennosti mineral'nogo pitaniya ozimy'x zernovy'x kul'tur / D. R. Safronova, A. A. Kuncovich, S. S. Chernopyatov [i dr.] // *E'kologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty' sovremenny'x agrotexnologij: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Ryazan', 21 marta 2024 goda. – Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2024. – S. 313-317. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=nchvbs>
4. Priomy' ozdorovleniya pochv / A. V. Ruchkina, A. A. Kuncovich, A. A. Sokolov [i dr.] // *E'kologicheskoe sostoyanie prirodnoj sredy i nauchno-prakticheskie aspekty' sovremenny'x agrotexnologij: Materialy VIII Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Ryazan', 21 marta 2024 goda. – Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2024. – S. 267-270. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?edn=nchvbs>
5. Safronova, D. R. Vidy' degradacii pochv i bor'ba s nimi / D. R. Safronova, A. A. Kuncovich // *Innovacii v sel'skom khozyajstve i e'kologii: Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Ryazan', 21 sentyabrya 2023 goda / Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva. – Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2023. – S. 339-343. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54948952>
6. Ty'shhenko, A. V. Vliyanie resursosberegayushhix texnologij na zasorennost' i produktivnost' kukuruzy' / A. V. Ty'shhenko, A. A. Sokolov, A. A. Kuncovich // *Innovacii v sel'skom khozyajstve i e'kologii: Materialy II Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii*, Ryazan', 21 sentyabrya 2023 goda / Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva. – Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet im. P.A. Kostycheva, 2023. – S. 403-408. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=54953399>
7. E'konomicheskie pokazateli APK Ryazanskoj oblasti / O. N. Novikova, K. D. Sazonkin, A. A. Kuncovich, S. V. Nikitov // *Nauchno-issledovatel'skie resheniya vy'sshej shkoly: Materialy studencheskoj nauchnoj konferencii*, 26 dekabrya 2023 goda, Ryazan', 26 dekabrya 2023 goda. – Ryazan': Ryazanskij gosudarstvennyj agrotexnologicheskij universitet, 2023. – S. 151-152. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=62681088>
8. Zakharova, O. A. Modeling the inhibition of the number of microorganisms in the alluvial soil of the central floodplain of the Oka River / O. A. Zakharova, O. V.

Evdokimova, V. P. Shichkov // Online scientific journal of RSATU, 2024. - No. 4 (6). - P. 29-40. DOI10.36508/journal.2024.70.88.005