

УДК 631.17:631.333:631.87

4.3.1. Технологии, машины и оборудование для агропромышленного комплекса (технические науки, сельскохозяйственные науки)

ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ПО ПРИМЕНЕНИЮ ГУМАТОВ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

Тетерин Владимир Сергеевич
кандидат технических наук
SPIN-код: 7265-5603
E-mail: v.s.teterin@mail.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Рязань, Россия

Липатов Николай Васильевич
аспирант
SPIN-код: 9806-2986
E-mail: lipatov.nikolai62@gmail.com
ФГБОУ ВО РГАТУ им П.А. Костычева, Рязань, Россия

Костенко Михаил Юрьевич
доктор технических наук, доцент
SPIN-код: 2352-0690
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru
ФГБОУ ВО РГАТУ им П.А. Костычева, Рязань, Россия

Тетерина Ольга Анатольевна
кандидат технических наук
SPIN-код: 6528-3848
E-mail: olia.teterina@mail.ru
ФГБОУ ВО РГАТУ им П.А. Костычева, Рязань, Россия

Панфёров Николай Сергеевич
кандидат технических наук
SPIN-код: 2914-9812
E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru
Федеральный научный агроинженерный центр ВИМ, Рязань, Россия

Получение максимальной эффективности от использования минеральных удобрений является одним из важнейших направлений исследований, направленных на сокращение экологической нагрузки на окружающую среду. В настоящее время разрабатываются различные технологии, направленные на решение данной задачи. Одним из направлений исследований в данной области является совместное использование минеральных удобрений с биологическими препаратами и гуматами. Проводимые исследования показывают высокую эффективность от проведения модификации минеральных удобрений с помощью гуминовых препаратов. В данной статье

UDC 631.17:631.333:631.87

4.3.1. Technologies, machinery and equipment for the agro-industrial complex (technical sciences, agricultural sciences)

RESEARCH OF TECHNOLOGY FOR THE USE OF HUMATES TO INCREASE THE EFFICIENCY OF MINERAL FERTILIZERS

Teterin Vladimir Sergeevich
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN-code 7265-5603
E-mail: v.s.teterin@mail.ru
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Ryazan, Russia

Lipatov Nikolay Vasilyevich
graduate student
RSCI SPIN-code: 9806-2986
E-mail: lipatov.nikolai62@gmail.com
Kostychev State Agrotechnological University, Ryazan, Russia

Kostenko Mikhail Yuryevich
Doctor of Technical Sciences, Associate Professor
RSCI SPIN-code: 2352-0690
E-mail: kostenko.mihail2016@yandex.ru
Kostychev State Agrotechnological University, Ryazan, Russia

Teterina Olga Anatolyevna
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN-code: 6528-3848
E-mail: olia.teterina@mail.ru
Kostychev State Agrotechnological University, Ryazan, Russia

Panferov Nikolay Sergeevich
Candidate of Technical Sciences
RSCI SPIN-code 2914-9812
E-mail: nikolaj-panfyorov@yandex.ru
Federal Scientific Agroengineering Center VIM, Ryazan, Russia

Obtaining maximum efficiency from the use of mineral fertilizers is one of the most important areas of research aimed at reducing the environmental impact on the environment. Currently, various technologies are being developed to solve this problem. One of the areas of research in this field is the joint use of mineral fertilizers with biological preparations and humates. Conducted studies show high efficiency from the modification of mineral fertilizers with the help of humic preparations. This article discusses the technology of joint belt application of mineral fertilizers with biological preparations and potassium humate using the developed ridge-forming cultivator-feeder MDVU-3000. In the course of field studies, the

рассмотрена технология совместного ленточного внесения минеральных удобрений с биологическими препаратами и гуматом калия при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000. В ходе полевых исследований была произведена оценка эффективности применения предлагаемой технологии в сравнении с классической технологией внесения минеральных удобрений разбросным способом. Исследования проводились на картофеле сорта Лилли. Результаты исследований показали, что совместное ленточное внесение минеральных удобрений с микробиологическим препаратом Бисолбисан и гуматом калия позволило получить наибольшую урожайность из всех вариантов опыта и контроля, таким образом данный показатель был на 28,5% выше в сравнении с контролем. Таким образом можно сделать вывод о том, что предлагаемая технология обладает высоким потенциалом

Ключевые слова: ВОЗДЕЛЫВАНИЕ КАРТОФЕЛЯ, ГУМАТЫ, МИНЕРАЛЬНЫЕ УДОБРЕНИЯ, ТЕХНОЛОГИЯ ВНЕСЕНИЯ УДОБРЕНИЙ, КУЛЬТИВАТОР-ПОДКОРМЩИК

effectiveness of the proposed technology was evaluated in comparison with the classical technology of spreading mineral fertilizers. The studies were carried out on potatoes of the Lilly variety. The results of the research showed that the combined tape application of mineral fertilizers with the microbiological preparation Bisolbisan and potassium humate made it possible to obtain the highest yield of all the experimental and control options, thus this indicator was 28.5% higher compared to the control. Thus, it can be concluded that the proposed technology has a high potential

Keywords: POTATO CULTIVATION, HUMATES, MINERAL FERTILIZERS, FERTILIZATION TECHNOLOGY, CULTIVATOR AND FERTILISER

<http://dx.doi.org/10.21515/1990-4665-187-028>

При производстве сельскохозяйственной продукции в настоящее время в различных областях сельского хозяйства используются гуминовые препараты. В животноводстве препараты на их основе используются в качестве кормовой добавки, так введение гуматов в рацион животных способствует повышению продуктивности, нормализует пищеварительные процессы. Кроме того, использование данных препаратов в качестве консервирующей добавки при заготовке кормов, способствует значительному сокращению условно патогенной микрофлоры, а также предотвращает появление и развитие плесневых грибов [1,2].

В растениеводстве гуматы активно применяются в качестве стимуляторов роста, они используются при предпосевной обработке семенного материала, а также применяются при корневых и внекорневых подкормках [3-5]. Так же, благодаря тому, что они способствуют снижению негативных факторов для растения, их применяют в баковых смесях при

<http://ej.kubagro.ru/2023/03/pdf/28.pdf>

гербицидной обработке [6-9].

К тому же, гуминовые препараты активно применяют для решения проблемы, связанной с усвоением минеральных удобрений растениями. Широкое использование минеральных удобрений в системах интенсивного земледелия, направлено на удовлетворение растений в основных элементах питания (азот, фосфор, калий), однако, калийные и азотные удобрения активно вымываются из почвы, благодаря их хорошему растворению в воде. При этом, внесение данных удобрений в больших объёмах не способно решить данную проблему, так как повышение нормы внесения ускоряет процессы эрозии почвы, приводит к загрязнению грунтовых вод и, кроме того, способствует увеличению себестоимости получаемой продукции. В свою очередь фосфорные удобрения, наоборот, при внесении в почву связываются с присутствующими там ионами кальция, железа, алюминия и магния тем самым образуя недоступную для усвоения растениями форму химических соединений [10].

В связи с этим, актуальным является проведение исследований по разработке технологий, направленных на повышение эффективности и экологической безопасности вносимых минеральных удобрений.

Одним из способов повышения эффективности минеральных удобрений является их биологическая модификация. В настоящее время разработаны различные технологии осуществления данного процесса, заключающиеся во внесении биологических препаратов в жидкие или твердые минеральные удобрения. В данных технологиях используются не только бактериальные, но и широкое распространение получили сухие и жидкие гуминовые препараты.

Проведённые исследования ряда учёных показали высокую эффективность модификации минеральных удобрений с помощью гуминовых препаратов [10,11]. Известны технологии получения минеральных удобрений в оболочке из гуминовых препаратов, для этого

на гранулированные минеральные удобрения наносятся жидкие или твердые гуминовые препараты с налипателем с одновременным их перемешиванием, после чего полученные удобрения высушиваются до необходимой влажности. Так же известны технологии получения комплексных органоминеральных удобрений, при производстве которых сухие исходные минеральные компоненты (карбамид, сульфат калия, сульфат аммония, аммофос, хлорид калия и др.) смешиваются с микроэлементами (Mg, Zn, Cu и др.), а также жидкими или сухими гуминовыми препаратами, после чего подвергаются процессу гранулирования [11]. Стоит отметить, что в основном данные технологии возможно использовать при промышленном производстве минеральных удобрений.

В свою очередь известно, что при внесении гуматов непосредственно в почву происходит активное развитие почвенной микрофлоры, способствуя повышению плодородия. Данный фактор обусловлен тем, что некоторые микроорганизмы способствуют разложению труднорастворимых соединений фосфора, в то время как, к примеру, силикатные бактерии способствуют восполнению усвоенного растениями обменного калия.

В настоящее время разработаны различные типы сельскохозяйственных машин предназначенные для внутрпочвенного внесения различных типов удобрений. В частности для корневой подкормки используются культиваторы-растениепитатели, удобрительные комплексы, подкормщики. При этом разработанные машины предназначены для внесения одного вида удобрений, как правило твердых минеральных. Существует необходимость в разработке машин для ленточно-локального совместного внесения твердых минеральных удобрений и жидких минеральных удобрений или биопрепаратов. Это позволит не только проводить основное внесение удобрений в гребни в

осенний и весенний период, но и проводить подкормки в период вегетации.

Исходя из вышеизложенного, была предложена конструкция гребнеобразующего культиватора-подкормщика, с возможностью одновременного внесения твёрдых или жидких минеральных удобрений с гуминовыми и биопрепаратами (рисунок 1). Культиватор подкормщик имеет увеличенный бункер для твердых минеральных удобрений, систему дозирования минеральных удобрений с возможностью дифференциального внесения по картам, оборудован подкормочными сошниками с распределением удобрений в борозде, системой внесения жидких минеральных удобрений и гребнеобразующими рабочими органами.



Рисунок 1 – Внесение твердых минеральных удобрений и раствора гуматов при помощи гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000

Разработанный гребнеобразующий культиватор-подкормщик позволяет производить локальное ленточное внесение твёрдых минеральных удобрений с обработкой их аэрозолем гуминовых препаратов. Так, при предпосадочной обработке почвы, в процессе движения агрегата, производится разрез почвенного пласта при помощи

подкормочных сошников. В свою очередь необходимо отметить, что возможно внесение как твёрдых, так и жидких минеральных удобрений. В этом случае в баки заливаются минеральные удобрения и гуматы в необходимой пропорции, а полученная баковая смесь, с соответствующей нормой расхода, подаётся по системе трубопроводов к форсункам, также распыляясь над образованными бороздами. При внесении твёрдых минеральных удобрений, одновременно через систему трубопроводов с форсунками осуществляется распыление гуминовых препаратов, после чего с помощью окучивающих лап производится подъём почвенного пласта с последующим заделыванием борозд с удобрениями и образованием гребня.

Для оценки качества распределения минеральных удобрений по ширине формируемого гребня, при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000, была проведена серия экспериментов. В ходе исследований на заранее подготовленную площадку заезжал трактор с закреплённым на нём культиватором-подкормщиком, под сошниками которого, расстилали бумажное полотно с клейкой основой. В связи с необходимостью определения равномерности внесения минеральных удобрений на разных режимах работы дозирующего устройств эксперимент проводился по следующей схеме.

Тракторный агрегат с гребнеобразующим культиватором-подкормщиком МДВУ-3000 выезжал на начало отведённого отрезка, после чего осуществлялась установка культиватора на заданную глубину (высоту над площадкой), при которой зубья рассеивателей подкормочных сошников касались бы поверхности, а окучивающие лапы находились над поверхностью. Затем при помощи программы управления системой дозирования выбиралась необходимая норма внесения твёрдых минеральных удобрений и трактор начинал движение со скоростью 8 км/ч.

Эксперимент проводили при установившемся движении тракторного агрегата. В рамках эксперимента использовались минимальная, максимальная и случайная промежуточная нормы внесения. Проехав необходимое расстояние трактор останавливался и прекращалась подача минеральных удобрений. Для определения равномерности распределения удобрений на полотно бумаги с клеевой основой в пяти местах, выбранных рандомизированным методом, накладывалась масштабная рамка размером 250x250 мм и осуществлялась её фотографирование с находящимися в её пределах гранул минеральных удобрений. Для каждой из норм внесения опыт проводился в трёхкратной повторности.

Полученные фотографии с изображением гранул минеральных удобрений загружались в разработанную программу по определению равномерного распределения минеральных удобрений и их гранулометрического состава, где производился их обшчёт. На основе полученных значений была построена графическая зависимость распределения гранул минеральных удобрений по ширине (рисунок 2).

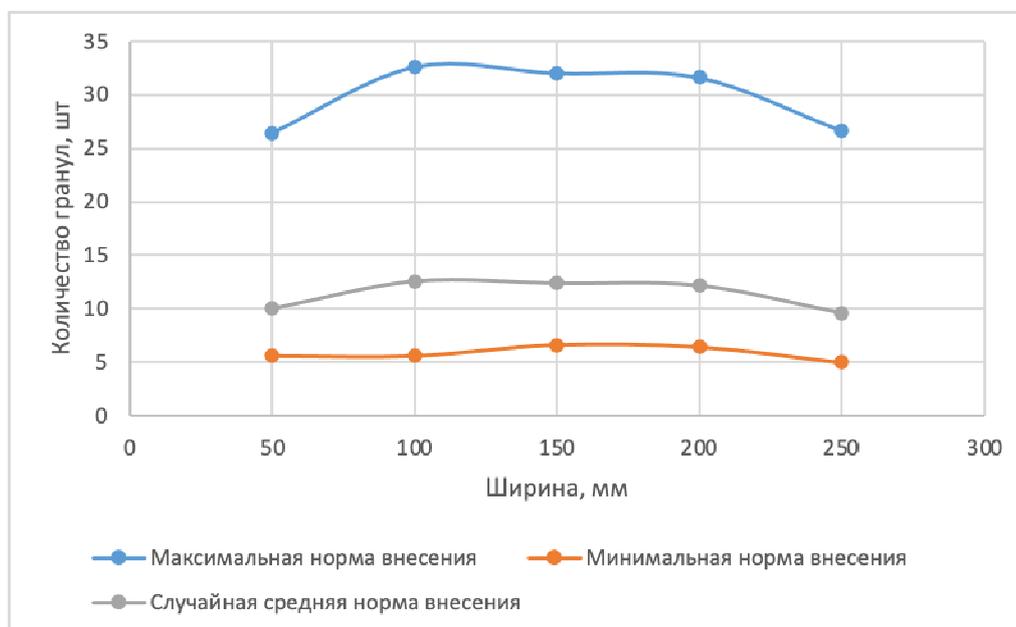


Рисунок 2 – график распределения гранул минеральных удобрений по ширине в зависимости от выбранной нормы внесения

Для оценки значимости полученных результатов производилась оценка их воспроизводимости при помощи критерия Кохрена, полученные значения которого сравнивались с табличными значениями. Данный показатель для минимальной нормы внесения составлял 0,36, для максимальной – 0,29, для случайной промежуточной нормы – 0,31, при этом табличное значение для соответствующей серии опытов – 0,74. В связи с тем, что расчётные значения критерия Кохрена получились меньше табличных данных, то результаты эксперимента являются достоверными и воспроизводимыми.

Анализ графика показал, что основная масса удобрений распределяется в диапазоне от 100 до 200 мм, в свою очередь отклонение по количеству гранул на данном участке в независимости от установленной нормы внесения находится в районе 3%, на крайних участках ширины распределения 50 и 250 мм наблюдается снижение количества гранул в среднем на 20%, при этом сохраняется равномерность их распределения и отклонение по количеству гранул также находится в пределах 3%. Полученные результаты позволяют говорить о том, что использование гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000 позволяет осуществлять равномерное внесение твёрдых минеральных удобрений по ширине формируемого гребня, тем самым способствуя осуществлению более качественной подкормки растений.

Для определения эффективности технологии совместного ленточного внесения гумата калия с минеральными удобрениями при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика были проведены полевые исследования по совместному использованию минеральных удобрений, биологических препаратов и гуматов. Полевой опыт закладывался на темно-серой лесной тяжелосуглинистой почве на участке поля площадью 55 га. Весенняя обработка почвы заключалась в проведении культивации, фрезеровании фрезой Lemken Zirkon 6000 на

глубину 18 – 20 см. В качестве семенного материала использовался картофель сорта Лилли.

В ходе эксперимента вносились минеральные удобрения $N_{10}P_{26}K_{26}$ по следующей схеме:

1. Контрольный вариант – сплошное внесение минеральных удобрений в норме 500 кг/га с использованием разбрасывателя центробежного типа марки Amazone ZG-TS 8200 с последующей заделкой.

2. Опытный вариант №1 – ленточное внесение минеральных удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$ в норме 200 кг/га при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000.

3. Опытный вариант №2 – ленточное внесение минеральных удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$ в норме 200 кг/га совместно с препаратом БисолбиСан в норме 2 л/га при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000

4. Опытный вариант №3 – ленточное внесение минеральных удобрений $N_{10}P_{26}K_{26}$ в норме 200 кг/га совместно с препаратом БисолбиСан в норме 2 л/га и гуматом калия в норме 300 мл/га при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика МДВУ-3000.

Оценка эффективности совместного ленточного внесения минеральных удобрений с биопрепаратами и гуматом калия осуществлялась по биологической урожайности и фракционному составу картофеля. С этой целью на каждом варианте опыта в трёх произвольных участках выкапывалось по 5 кустов. Затем подсчитывалось количество клубней на каждом кусте, каждый из клубней взвешивал и измерялся, полученные данные заносились в таблицу. На основе полученных данных были построены графики зависимостей влияния технологии внесения минеральных удобрений на массу клубня и биологическую урожайность

картофеля (рисунок 3), а также на количество клубней картофеля и их размер (рисунок 4).

Рисунок 3 – Влияние технологии внесения минеральных удобрений на массу клубня и биологическую урожайность

Рисунок 4 – Влияние технологии внесения минеральных удобрений на количество клубней и их размер

Полученные в ходе исследований данные позволяют говорить о том, что совместное применение минеральных удобрений с микробиологическим препаратом Бисолбисан и гуматом калия позволило

получить наибольшую урожайность из всех вариантов опыта и контроля, таким образом данный показатель был на 28,5% выше в сравнении с контролем, при этом на данном опыте средний размер клубня был выше на 34%, а средняя масса клубня больше на 24,1%.

В ходе проведённых исследований установлено, что технология ленточного внесения твердых минеральных удобрений совместно с внесением биологических препаратов и гуматов при помощи разработанного гребнеобразующего культиватора-подкормщика обладает высоким потенциалом. Внедрение предложенных технологических решений в сельскохозяйственном производстве при выращивании картофеля, позволит повысить эффективность внесения удобрений при за счёт повышения доступности и лучшего использования удобрений. Применение ленточного внесения твердых минеральных удобрений совместно с внесением биологических препаратов и гуматов при возделывании картофеля сорта Лилли позволило повысить урожайность на 28,5% и увеличить товарность клубней, при снижении нормы внесения твердых минеральных удобрений. Так же, данный фактор позволит снизить экологическую нагрузку на почву.

Список литературы

1. Исследование влияния гуматов на микробиологическую среду рулонов прессованного сена / Н. В. Бышов, М. Ю. Костенко, В. С. Тетерин [и др.] // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. – 2015. – № 4(28). – С. 52-55.
2. Исследование плотности прессованного сена / М. Ю. Костенко, Н. А. Костенко, В. С. Тетерин, О. А. Тетерина // Механизация и электрификация сельского хозяйства. – 2015. – № 5. – С. 26-27.
3. Humic acids of solid fossil fuels-perspectives for application in technology and environment protection / I. M. Nikitina, S. A. Epshtein, N. A. Fomenko, E. L. Kossovich // . – 2016. – No. 2. – P. 33-36. – DOI 10.17580/em.2016.02.08. – EDN YVBUAN.
4. Canellas, L. P. Humic and Fulvic Acids as Biostimulants in Horticulture / L. P. Canellas, F. L. Olivares, N. O. Aguiar [et al.]. // Scientia Horticulturae. - 2015. - Vol. 196. - Pp. 15-27
5. Завалин А.А., Чеботарь В.К., Ариткин А.Г., Сметов Д.Б. Биологизация минеральных удобрений как способ повышения эффективности их использования //

Достижения науки и техники АПК. – 2012. – №9. – С. 45-47.

6. Волотин К.С., Жеребцов С.И., Исмагилов З.Р. Технологии получения комплексных гранулированных гуматных удобрений и эффективность их применения // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2016. – №6. – С. 169-177.

References

1. Issledovanie vliyaniya gumatov na mikrobiologicheskuyu sredu rulonov pressovannogo sena / N. V. Byshov, M. YU. Kostenko, V. S. Teterin [i dr.] // Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva. – 2015. – № 4(28). – S. 52-55.

2. Issledovanie plotnosti pressovannogo sena / M. YU. Kostenko, N. A. Kostenko, V. S. Teterin, O. A. Teterina // Mekhanizaciya i elektrifikaciya sel'skogo hozyajstva. – 2015. – № 5. – S. 26-27.

3. Humic acids of solid fossil fuels-perspectives for application in technology and environment protection / I. M. Nikitina, S. A. Epshtein, N. A. Fomenko, E. L. Kossovich // . – 2016. – No. 2. – P. 33-36. – DOI 10.17580/em.2016.02.08. – EDN YVBUAN.

4. Canellas, L. P. Humic and Fulvic Acids as Biostimulants in Horticulture / L. P. Canellas, F. L. Olivares, N. O. Aguiar [et al.]. // Scientia Horticulturae. - 2015. - Vol. 196. - Pp. 15-27

5. Zavalin A.A., CHEbotar' V.K., Aritkin A.G., Smetov D.B. Biologizaciya mineral'nyh udobrenij kak sposob povysheniya effektivnosti ih ispol'zovaniya // Dostizheniya nauki i tekhniki APK. – 2012. – №9. – S. 45-47.

6. Volotin K.S., ZHerebcov S.I., Ismagilov Z.R. Tekhnologii polucheniya kompleksnyh granulirovannyh gumatnyh udobrenij i effektivnost' ih primeneniya // Vestnik Kuzbasskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. – 2016. – №6. – S. 169-177.