

УДК 631.333.53:631.81

ВОЗМОЖНЫЙ КАЧЕСТВЕННЫЙ ПРОРЫВ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ ГРАНУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

В. С. АСТАХОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407, e-mail: v.s.astahov@gmail.com

(Поступила в редакцию 18.12.2018)

Ежегодно в мире для повышения урожайности с.-х. культур используются миллионы тонн минеральных удобрений (азотные, фосфорные, калийные, другие разновидности микроудобрений и известковые материалы). Это является одним из наиболее значимых факторов, влияющих на плодородие почв и их продуктивность [1].

Использование минеральных удобрений позволяет компенсировать вынос элементов питания с урожаем и обеспечивать повышение запасов в почвах фосфора и калия. Однако, массированное использование минеральных удобрений привело к ухудшению качества продуктов растениеводства, проникновению нитратов, хлоридов, сульфатов в грунтовые и поверхностные воды, повышению их содержания в колодезной воде, что вредно для людей и животных [2].

Сложившаяся ситуация с неравномерным внесением дорогостоящих минеральных удобрений приводит к существенному снижению их эффективности и нарастанию экологических проблем, обусловленных загрязнением нитратами, хлоридами, сульфатами как растениеводческой продукции, так и окружающей среды. Назрела острая необходимость в разработке машин для внесения гранулированных минеральных удобрений, обеспечивающих не только равномерное внесение, но и дифференцированное их применение для сглаживания пестроты питательных веществ в почве. В статье предлагается один из таких вариантов за счет использования пневматической системы группового дозирования с принципиально новыми распределителями семян горизонтального типа, способной обеспечить неравномерность высева различных удобрений 2–5 % при их дифференцированном внесении.

Ключевые слова: гранулированные минеральные удобрения, неравномерность внесения, эффективность использования удобрений, экологические проблемы, пневматическая высевающая система, распределитель горизонтального типа.

Every year in the world they use millions of tons of mineral fertilizers (nitrogen, phosphate, potash, other types of micronutrients and lime materials) to increase crop yields. This is one of the most significant factors affecting soil fertility and its productivity.

The use of mineral fertilizers makes it possible to compensate for the removal of nutrients with the crop and to ensure an increase in the reserves in the soil of phosphorus and potassium. However, the massive use of mineral fertilizers has led to a deterioration in the quality of crop products, the penetration of nitrates, chlorides, sulfates into the ground and surface waters, an increase in their content in well water, which is harmful to people and animals.

The current situation with the uneven application of expensive mineral fertilizers leads to a significant decrease in their effectiveness and the increase of environmental problems caused by pollution with nitrates, chlorides, and sulphates of both crop production and the environment. There is an urgent need to develop machines for the application of granular mineral fertilizers, which ensure not only uniform application, but also their differentiated application for smoothing the diversity of nutrients in the soil. The article proposes one of these options through the use of a pneumatic group dosing system with fundamentally new seed distributors of the horizontal type capable of providing uneven seeding of various fertilizers of 2–5% with their differentiated application.

Key words: granulated mineral fertilizers, uneven application, efficiency of fertilizer use, environmental problems, pneumatic sowing system, horizontal type distributor.

Введение

Основными причинами отрицательного влияния минеральных удобрений являются нарушение (завышение) установленных доз внесения, неравномерное их распределение по полю, несоблюдение сроков и кратности применения, недостаточный учет агрохимического состава почвы и других факторов. Это приводит к избыточному накоплению нитратов в растениях [3]. Усугубляет эту проблему и бесхозяйственное, безответственное отношение к применению средств химизации, что привело к негативным экологическим последствиям. Ни для кого не секрет, что на практике в большинстве хозяйств не проводят настройку машин для внесения минеральных удобрений на равномерность высева из-за сложной методики её проведения. Это притом, что центробежные разбрасыватели и при настройке не обеспечивают хорошей равномерности [4]. А ведь экологическая безопасность и максимальная экономическая выгода от применения минеральных удобрений обеспечиваются только при условии соблюдения рекомендуемых доз удобрений, их равномерного распределения по поверхности поля в требуемые агротехнические сроки.

Основная часть

При нарушении оптимального срока внесения азотных удобрений подкармливаемые растения или их не усвоят, что приведет к их накоплению в почве со всеми негативными последствиями; или растениями будет усвоено больше азота, чем требовалось, что ухудшит качество продукта.

Внесение доз азота, превышающих заданные нормы, приводит к тем же негативным последствиям, что и внесение его не в оптимальные сроки. А неравномерное внесение означает, что в одних местах их концентрация больше, что создает предпосылки для загрязнения растений, почвы и воды, в других меньше, соответственно, ниже интенсивность развития растений. Таким образом, возникает пестрота почвенного плодородия и снижается эффективность применяемых удобрений.

К сожалению, большинство выпускаемых у нас в стране и за рубежом центробежных машин для внесения минеральных удобрений, несмотря на предпринимаемые многочисленные усовершенствования, на практике обеспечивают неравномерность внесения в пределах 30, 40, 50, 70 %. Это приводит к существенному недобору урожая, что доказано исследованиями Белорусского НИИ почвоведения и агрохимии и существенным потерям вносимых питательных веществ, которые в почве переходят в трудноусвояемые для растений формы. В результате теряется до 60 % азота, 80 % фосфора и 50 % калия. Эта ситуация еще больше усугубляется отсутствием в некоторых хозяйствах специалистов-агрохимиков, а также экологической безграмотностью наших механизаторов, многих руководителей среднего и высшего звена. В результате происходит интенсивный процесс загрязнения химикатами почв, грунтовых вод, озер и рек, воздушного бассейна. И в Беларуси нередки случаи запрета использования колодезной воды для пищевых целей.

Учитывая эти экологические проблемы, свойственные многим развитым странам мира, для получения качественных продуктов питания у них наметился поворот к органическому земледелию, без использования минеральных удобрений и химических средств защиты растений. Однако решить продовольственную проблему таким способом вряд ли удастся по причине более низких урожаев и снижающихся сельскохозяйственных земельных ресурсов. Поэтому, на наш взгляд, стратегическим курсом должно стать существенное уменьшение применения минеральных удобрений за счет повышения эффективности их использования путем разработки принципиально новых машин с использованием элементов точного земледелия, исключая влияние человеческого фактора на качество их внесения [5, 6].

Так, существующие в большинстве своем для внесения минеральных удобрений центробежные разбрасыватели, с одной стороны, просты в эксплуатации, с другой стороны – для обеспечения их максимальных возможностей по равномерности внесения удобрений механизатору необходимо хорошо знать и качественно выполнять все регулировки и соблюдать правила производств работ. При этом на качество внесения удобрений влияют скорость и направление ветра, рельеф местности, скорость движения, соблюдение расстояния между смежными проходами, цикличная подача удобрений на разбрасывающие диски, отсутствие технических средств точного вождения агрегата, наличие участков с двойным внесением удобрений или без них по причине наличия на полях столбов, блюдец, кустов и т. д. На основании этого можно сделать вывод, что обеспечить хорошую равномерность распределения минеральных удобрений центробежными разбрасывателями не представляется возможным. А для внесения дробных (малых) доз азотных удобрений в разные фазы вегетации растений с неравномерностью не более 10 % эти машины вообще не пригодны. По этой причине совершенствование этих машин не даст желаемого результата с точки зрения существенного повышения экономической эффективности применения минеральных удобрений и их экологической безопасности.

Поэтому главный упор необходимо сделать на разработке штанговых машин, обеспечивающих одинаковую ширину захвата при внесении различных удобрений, а в качестве высевающей системы использовать пневматическую систему высева. Это позволит решить проблему точного дозирования минеральных удобрений с помощью штифтовых или ячеистых дозаторов. А также практически исключит влияние неровностей и наклона рельефа, ветра, частоты вращения двигателя, скорости движения и других факторов на равномерность внесения удобрений. Причем в качестве высевающей системы использовать пневматическую высевающую систему группового дозирования с принципиально новыми распределителями семян горизонтального типа, не имеющих аналога за рубежом [7, 8, 9]. В такой системе один дозатор обслуживает один распределитель, делящий поток на шесть, пять, четыре или три части в зависимости от назначения машин. Принципиальная схема показана на рисунке.

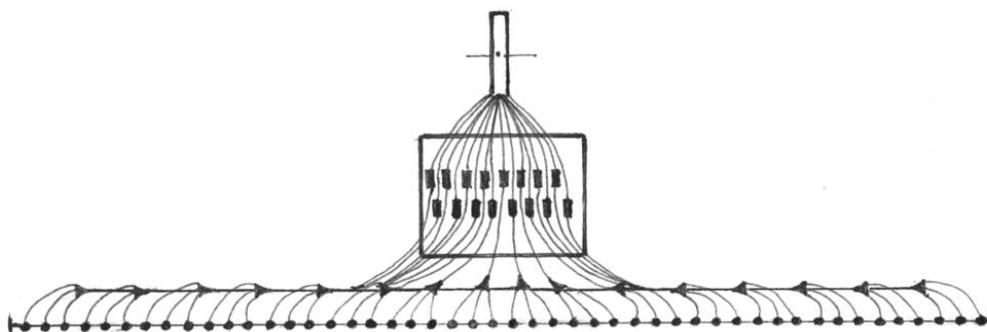


Рис. Принципиальная схема пневматической высевающей системы для дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений

Она включает бункер для туков, 16 дозаторов, расположенных в два ряда, вентилятор, трубопроводы, штанга для крепления трубопроводов и распределителей. Расстояние между концами тукопроводов может составлять 12,5–15 см при использовании шестиканального распределителя или 25–30 см при использовании трехканального распределителя. Конструкция штанги аналогична применяющимся на опрыскивателях с возможностью регулировки по высоте и автоматизированного регулирования положения относительно обрабатываемой поверхности.

Рабочий процесс происходит следующим образом: катушки дозируют туки в эжекторный питатель, где они подхватываются воздушным потоком и транспортируются к распределителям. От них по тукопроводам, концы которых закреплены на штанге через 12,5–15 см или 25–30 см подаются на подкармливаемые растения или поверхность земли. При этом высевающая система без регулировок обеспечивает неравномерность высева в пределах 2–5 % независимо от вида удобрений и колебаний влажности благодаря совместному использованию оригинальной конструкции эжекторного питателя и распределителя. Это было подтверждено результатами исследований еще в 1990 г. в НПО НИКТИМ сельхозмаш (г. Запорожье, Украина) и реализовано в машине по внутрпочвенному внесению твердых минеральных удобрений МВВ-8, рекомендованной в производство. При испытаниях на суперфосфате с нормой от 80 до 1200 кг/га была получена неравномерность высева в пределах 2–5 % [10]. Используемый распределитель обеспечивает высокую равномерность высева не только семян с разными физико-механическими свойствами, но и различных удобрений без дополнительных регулировок. Таким образом, предлагаемая высевающая система обеспечит высокую равномерность внесения различных гранулированных минеральных удобрений, практически исключив влияние на этот процесс субъективного (человеческого) и объективных факторов. Главное в этой системе обеспечить заданные обороты вентилятора и точно установить рекомендуемые дозы удобрений, бережно хранившиеся в закрытых помещениях.

Однако, главным достоинством предлагаемой машины является ее способность дифференцированного внесения минеральных удобрений с использованием системы точного земледелия. Это может существенно повысить окупаемость минеральных удобрений и отдачу каждого участка поля, благодаря сглаживанию пестроты почвенного плодородия в рамках одного поля. Проведенные в стране исследования показали большую неоднородность участков полей по содержанию гумуса, подвижного фосфора и калия, кальция и других элементов питания, которые могут изменяться в 2–3 раза и более на одном поле [11]. А при равномерном (недифференцированном) внесении минеральных удобрений неоднородность участков полей не сглаживается.

Для реализации данных возможностей каждая катушка должна приводиться во вращение электрическим двигателем, управляемым бортовой ЭВМ машины. В зависимости от поданного сигнала катушка вращается быстрее или медленнее, что приводит к изменению дозы внесения удобрений для конкретного участка поля по результатам агрохимического обследования или показателям сенсорных датчиков листовой диагностики подкармливаемых растений. При работе на полях неправильной формы, объезде препятствий, блюдец и т. д. высевающие катушки отключаются в местах, где уже был произведен рассев удобрений, тем самым исключая двойные дозы и экономя удобрения.

В силу высокой равномерности внесения удобрений очевидно следует пересмотреть вносимые дозы в сторону уменьшения из-за повышения эффективности их использования. А при появлении сенсорных датчиков, определяющих наличие в почве фосфора, калия, кальция (без

агрохимического обследования полей), высевающая система обеспечит нужное количество удобрений на каждой полосе поля шириной 0,75 м. В результате использования такой машины экономия дорогих удобрений может составить от 30 до 50 % при существенном повышении их эффективности применения и снижении экологической безопасности. Поэтому разработка сенсорных датчиков, определяющих наличие в почве различных питательных веществ, оказывающих существенное влияние на урожайность, является крайне важной задачей. Её решение значительно упростит и снизит стоимость агрохимического анализа почв при существенном повышении их точности.

Подготовка к работе такой машины потребует квалифицированных специалистов в области компьютерных технологий, обеспечивающих предварительную разработку на стационарном компьютере карты-задания для конкретного поля, в которой дозы удобрений для каждого участка поля пространственно привязаны с помощью GPS, рассчитанные по результатам агрохимического обследования. Квалифицированно проводить такую работу смогут лишь специально созданные «Центры агрохимического обслуживания полей», территориально, вероятнее всего, на уровне районов. Выполнить эту работу специалистами хозяйств не представляется возможным. Их главной функцией будет своевременно представлять заявки на разработку карт-заданий для своих полей, которые переносятся на чип-карты, а затем на бортовой компьютер трактора, оснащенный GPS-приемником и выполняющим заданную операцию. Трактор, двигаясь по полю, с помощью GPS определяет свое место нахождения и считывает с чип-карты дозу удобрений для этого участка. Затем посылается сигнал с бортового компьютера на электрический привод катушки, которая увеличивает или уменьшает обороты для обеспечения заданной дозы.

Заключение

Таким образом, с помощью такой машины будет достигнута максимальная реализация генетического потенциала растений на фоне максимальной отдачи от каждого участка поля, благодаря более эффективному использованию минеральных удобрений и существенному снижению их экологической безопасности. Применение дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений позволит рационально использовать дорогостоящие минеральные удобрения и приведет к снижению себестоимости растениеводческой продукции. Это позволит вывести отечественное сельское хозяйство на новый уровень.

ЛИТЕРАТУРА

1. Степук, Л. Я. Технологии и машины для внесения минеральных удобрений: монография / Л. Я. Степук, Н. И. Дудко, В. Р. Петровец. – Горки, БГСХА, 2010 – 260 с.
2. Степук, Л. Я. Механизация процессов химизации и экология / Л. Я. Степук, И. С. Нагорский, В. П. Дмитрачков. – Минск: Урожай, 1993. – 272 с.
3. Степук, Л. Я. О допустимости неравномерности внесения известковых материалов / Л. Я. Степук, В. В. Барабанов, Т. Ф. Персикова // Механизация и электрификация сельского хозяйства: межведомственный тематический сборник; РУП «Научно-практический центр Национальной академии наук Беларуси по механизации сельского хозяйства». – Минск, 2007. – Вып. 41. – С. 95–100.
4. Степук, Л. Я. Плюсы и минусы центробежных разбрасывателей / Л. Я. Степук, В. В. Барабанов // Наше сельское хозяйство. – 2009. – №2. – С. 32–36.
5. Павловский, В. Точное земледелие – умная технология XXI века / В. Павловский, А. Мучинский, Г. Добыш // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – №4. – С. 27–31.
6. Адамчук, В. В. Точное земледелие: существо и технические проблемы / В. В. Адамчук // Тракторы и с.-х. машины. – 2003. – №8. – С. 4–6.
7. Астахов, В. С. Результаты испытаний универсальной пневматической централизованной высевающей системы. / В. С. Астахов // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1995. – № 4. – С. 112–115.
8. Добышев, А. С. Усовершенствованная пневматическая система группового дозирования для сеялок и комбинированных агрегатов / А. С. Добышев, В. С. Астахов // Вестник БГСХА. – 2007. – №1. – С. 129–132.
9. Астахов, В. С. Неосвоенные резервы посевных машин / В. С. Астахов. // Белорусское сельское хозяйство. – 2013. – №10. – С. 118–120.
10. Астахов, В. С. Результаты испытаний пневматической централизованной высевающей системы при внесении минеральных удобрений / В. С. Астахов // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – №1. – С. 67–72.
11. Технично-экономические аспекты дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / Л. Я. Степук [и др.] // Вестник БГСХА. – 2012. – №3. – С. 110–116.