

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ СИСТЕМ ТОЧНОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ ТВЕРДЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

В. С. АСТАХОВ, Г. О. ИВАНЧИКОВ

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
г. Горки, Республика Беларусь, 213407

(Поступила в редакцию 12.01.2022)

Дифференцированное внесение минеральных удобрений, химических мелиорантов и пестицидов в настоящее время является ключевым элементом в системе точного земледелия. Точное земледелие – это управление продуктивностью сельскохозяйственных культур с учетом внутривидовой вариативности среды обитания растений и обеспечение оптимальных условий для каждого квадратного метра поля. Цель дифференцированного внесения – выровнять плодородие почв, создать максимально одинаковые условия для произрастания тех или иных сельскохозяйственных культур, что даст большой и разнообразный эффект, прежде всего – получение максимальной прибыли, и осуществить воспроизводство почвенного плодородия. «Нулевая» пестрота почв создала бы условия, при которых были бы сведены к минимальному возможные риски выращивания сельскохозяйственных культур, обеспечила бы получение выровненного стеблестоя, а следовательно, повышение урожайности, снижение потерь при уборке и послеуборочной доработке продукции. Кроме того, это способствовало бы существенному увеличению производительности комбайнов, так как появилась бы возможность осуществить более высокий срез стеблей зерновых культур, что уменьшило бы объем массы, поступающей в молотилку, снизило расход топлива. При этом сократились бы сроки уборки зерновых культур, что очень важно для Беларуси.

Практическим путём было установлено, что точное внесение минеральных удобрений путем применения машин, используемых в настоящее время не является таким эффективным, как оно обосновано в теории. Ко всему прочему такие элементы систем точного земледелия, как составление электронных карт, спутниковое зондирование почвы и химический анализ почвы на содержание в нем питательных элементов являются крайне материально затратными и остаются довольно сложными процедурами, в плане технической реализации, для большинства предприятий. Это подталкивает нас к рассмотрению иного подхода по качественному, а главное, действительно точному внесению гранулированных минеральных удобрений дифференцированным методом в рамках современных систем точного земледелия.

Учитывая недостатки систем точного земледелия, имеющиеся в настоящее время, мы предлагаем иной подход по внесению минеральных гранулированных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве с использованием сенсорных датчиков.

Ключевые слова: минеральные удобрения, точное земледелие, сельское хозяйство.

The differentiated application of mineral fertilizers, chemical ameliorants and pesticides is currently a key element in the precision farming system. Precision farming is the management of crop productivity, taking into account the intra-field variability of the plant habitat and ensuring optimal conditions for each square meter of the field. The purpose of differentiated application is to equalize soil fertility, create the most equal conditions for the growth of certain agricultural crops, which will give a large and varied effect, first of all, to maximize profits, and to reproduce soil fertility. «Zero» soil diversity would create conditions under which the possible risks of growing crops would be reduced to a minimum, would ensure an even stem crop, and, consequently, increase yields, reduce losses during harvesting and post-harvest processing of products. In addition, this would contribute to a significant increase in the productivity of combines, since it would be possible to carry out a higher cut of the stalks of grain crops, which would reduce the amount of mass entering the thresher and reduce fuel consumption. At the same time, the time for harvesting grain crops would be reduced, which is very important for Belarus.

In practice, it has been found that the exact application of mineral fertilizers using the machines currently used is not as effective as it is justified in theory. In addition, such elements of precision farming systems as compiling electronic maps, satellite sounding of the soil and chemical analysis of the soil for the content of nutrients in it are extremely costly and remain rather complicated procedures in terms of technical implementation for most enterprises. This prompts us to consider a different approach to the qualitative, and most importantly, really accurate application of granulated mineral fertilizers by a differentiated method within the framework of modern precision farming systems.

Given the shortcomings of current precision farming systems, we propose a different approach for applying mineral granular fertilizers in a differentiated way using pneumatic group dosing systems, with the ability to determine the main nutrients in the soil at a width of 0.75 m using sensors.

Key words: mineral fertilizers, precision farming, agriculture.

Введение

Современное сельское хозяйство работает по тем же принципам, что и любой бизнес – постоянное стремление снижать себестоимость единицы продукции и повышать производительность в расчете на единицу затраченных ресурсов. Точное земледелие – это система управления продуктивностью посевов, основанная на использовании комплекса спутниковых и компьютерных технологий. Вместо того, чтобы пахать, сеять, вносить удобрения «на глаз», как это делалось на протяжении всей предыду-

щей истории сельского хозяйства, сегодня фермеры могут точно рассчитать количество семян, удобрений и других ресурсов для каждого участка поля с точностью до метра.

Основная часть

После того как на основе спутниковых и лабораторных данных составляется точная карта поля с указанием характеристик каждого его участка, фермер получает возможность более рационально распределять ресурсы между ними. Таким образом, удается избежать перерасхода ресурсов там, где они прежде использовались в избытке, и повысить продуктивность тех участков поля, которые ранее недополучали в удобрениях, вспашке или поливе. При достаточно большом масштабе такой подход позволяет снизить расходы на производство единицы продукции и повысить отдачу с каждого квадратного метра земли. Кроме того, эта технология открывает дополнительные возможности для повышения качества продукции и в глобальном масштабе снижает нагрузку на окружающую среду. Система точного земледелия — это не строго определенный набор методик и технических средств, а, скорее, общая концепция, основанная на использовании технологий спутникового позиционирования (GPS), геоинформационных систем (GIS), точного картографирования полей и др.

Точное земледелие – это множество отдельных технологий, необходимость внедрения которых определяется на усмотрение собственников и руководителей агропредприятия, то есть можно использовать как все технологии сразу, так и лишь некоторые, эффект от которых будет наиболее значительным для данного предприятия.

В основе всей системы точного земледелия лежит использование точных карт полей со всеми их характеристиками. Разумеется, для каждого поля и так существуют кадастровые карты, определяющие его границы на местности. Однако эти карты практически не дают никакой полезной информации в рамках производственного процесса агропредприятия.

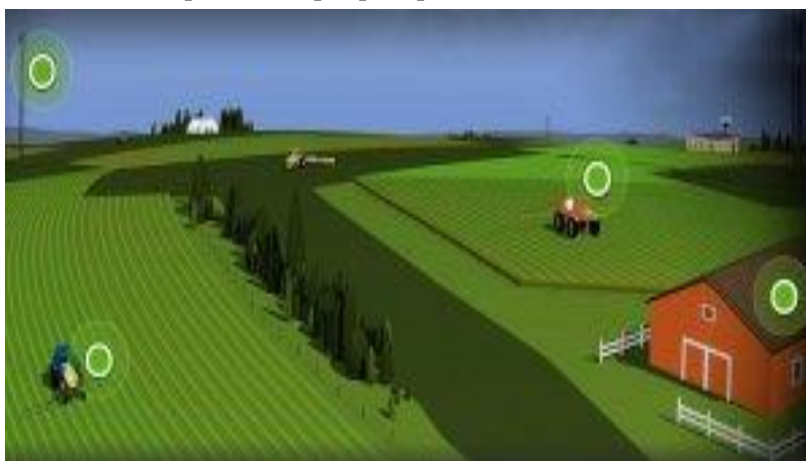


Рис. 1. Использование систем точного земледелия в сельском хозяйстве

Помимо границ участков, нужны точные данные о химическом составе почвы, уровне ее влажности (в том числе глубине подземных вод), количестве получаемой солнечной радиации, углу наклона относительно горизонта, преобладающих ветрах, наличии по близости значимых природных и других объектов (лесов, водоемов, промышленных предприятий, жилых домов, дорог и т.п.). Чем больше факторов учтено и чем подробнее карта, тем точнее можно использовать спутниковые и компьютерные технологии точного земледелия, тем адекватнее и оперативнее можно корректировать производственный процесс.

Составление карт осуществляется различными методиками. Это и взятие проб грунта с дальнейшим проведением лабораторных анализов, и получение информации со спутников, и общий научный анализ каждого участка. Разумеется, карты составляются не на бумаге, а в электронном виде с помощью специальных компьютерных программ, которые интегрируют их с остальным оборудованием.

На основе электронных карт создаются точные инструкции по количеству удобрений, семян, воды, которые нужно внести на каждый участок поля. Эти инструкции загружаются в компьютеризированную сельхозтехнику, выходящую в поле. Далее машина обрабатывает поле с минимальным участием человека, который просто контролирует правильность исполнения этих инструкций. Руководствуясь инструкциями и ведомая с помощью спутниковой навигации, машина сама регулирует количество вносимых удобрений и семян на каждом участке поля. При этом исключаются просветы и нахлесты между обработанными участками.

Какие преимущества несет в себе использование технологий точного земледелия. Если резюмировать, то список достоинств данной системы выглядит так: оптимизация (минимизация) затрат сырья и материалов – топлива, семян, удобрений, воды и т.д.; повышение урожайности используемых полей; улучшение качества получаемой продукции; повышение качественных характеристик используемой земли; снижение негативного влияния на окружающую среду.

Однако на пути внедрения данных технологий стоит несколько препятствий, которые с определенной долей условности можно назвать недостатками. Особенно актуальны эти проблемы в рамках точного земледелия:

– Дороговизна. На внедрение этих технологий нужны немалые средства, которых у большинства сельхозпредприятий и так не хватает. Даже с учетом хорошей окупаемости не каждое хозяйство может позволить себе технологии точного земледелия.

– Техническая сложность. По сути речь идет о современных ультра-сложных компьютерных технологиях. В сельской местности не так-то просто найти специалистов, способных не то что внедрить, а хотя бы обслуживать девайсы системы точного земледелия.

– Отсутствие практического опыта. Почти все технологии точного земледелия являются совершенно новыми. К тому же они быстро меняются и совершенствуются. Столь быстрый технический прогресс означает, что нет достаточной практики их применения, а следовательно, невозможно адекватно оценить эффективность их применения в тех или иных условиях.

И всё же эти недостатки нельзя считать существенной причиной для отказа от использования точного земледелия в принципе. Очевидно, что за ним будущее, и те предприятия, которые раньше освоят данные технологии, получат существенные преимущества в конкурентной борьбе за рынки сбыта своей продукции [1].

Какие существуют проблемы применения систем точного земледелия именно при интересующем нас методе дифференцированного внесения минеральных удобрений. Одной из главных проблем на данный момент является неравномерное распределение минеральных удобрений ввиду неполной осведомленности о содержании различных питательных веществах непосредственно в почве [2].

В настоящее время и белорусскими и российскими учеными было установлено, что точное внесение минеральных удобрений путем применения центробежных разбрасывателей не является таким эффективным на практике, как оно обосновано в теории. Центробежные разбрасыватели на сегодняшний момент не способны осуществлять равномерную подачу по ширине внесения удобрений, это демонстрирует практический опыт использования такого типа агрегатов [3].

Также есть претензии к системе точного земледелия, особенно в вопросе составления электронных карт. На сегодняшний момент спутниковое зондирование почвы на предмет содержания в ней различных питательных веществ, не полностью удовлетворяет желаемым результатам ввиду низкой точности определения этих самых веществ, и требует дополнительной доработки путем проведения различных химических анализов.

Однако даже химический анализ почвы, путем взятия проб почвы не решает проблему качественного и равномерного внесения минеральных удобрений. Сегодня при агрохимическом обследовании почв, согласно методическим указаниям, делают всего 30–35 уколов, то есть отбирают 30–35 проб общим весом 0,6 кг на каждом элементарном участке (средний размер участка по республике – 10 га, а при однородности почвенного покрова угодий и больших полях севооборотов – до 20 га). Однако такие мизерные анализы дают только среднее значение элементарного участка, что не может считаться полноценной агрохимической картой поля, так как не отражает всей фактической пестроты плодородия элементарного участка. Следовательно такой объем данных не имеет никакого отношения к дифференцированному внесению удобрений. Проведенные исследования по размерам, контурности и уклонам полей в самых разных хозяйствах Республики Беларусь показали, что содержание основных элементов питания, кислотность почв, наличие гумуса практически по всем створам взятия проб резко отличаются друг от друга каждые 3–5 метров. Анализ фактических данных подтверждает исключительно высокую вариабельность показателей, достигающих на одном и том же поле от 60–90 до 250–300 % и более, по отдельным результатам исследований – до семи раз. Учитывая вышеописанное следует также упомянуть про высокую стоимость проведения химического анализа почвы. Таким образом, при условии соблюдения абсолютно всех норм внесения удобрений и для получения максимально качественного результата нам приходилось бы совершать взятие проб едва ли не с каждого метра всей площади поля, что в свою очередь является крайне труднореализуемой, астрономически дорогой и, говоря прямо, абсолютно ненужной процедурой.

Поэтому мы предлагаем принципиально иной подход по внесению минеральных гранулированных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, с возможностью определения на ширине 0,75 м основных питательных элементов в почве, с использованием сенсорных датчиков рис. 2. Проведенные ранее исследования пневматической системы группового дозирования на высевах суперфосфата от 80 до 1200 кг/га показали высокую эффективность такой системы, обеспечившей равномерность высева 2–5 %, [4].

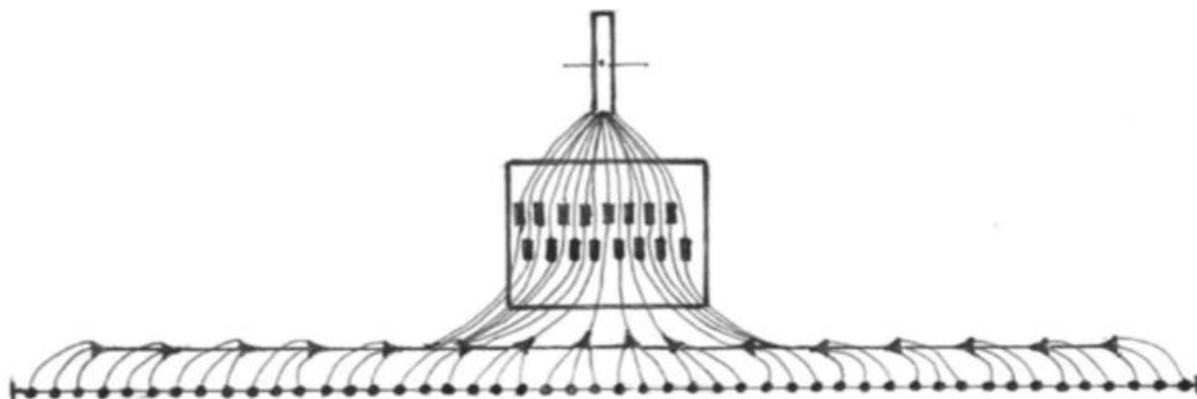


Рис. 2. Принципиальная схема пневматической высевальной системы для дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений

Это позволит отказаться от существующих в настоящее время систем точного земледелия, предполагающих создание электронных карт полей, которые требуют больших материальных затрат на их создание. К тому же современная система точного земледелия с использованием существующих машин, к сожалению, не адаптирована под наш метод внесения минеральных удобрений.

Заключение

Таким образом повышение качества внесения гранулированных минеральных удобрений дифференцированным способом с использованием пневматических систем группового дозирования, которую мы предлагаем, является более практичной для качественного внесения минеральных удобрений в контексте систем точного земледелия. Она не требует создания электронных карт полей по содержанию питательных элементов. Процесс дифференцированного внесения удобрений происходит в автоматизированном режиме без вмешательства человека за счет сенсорных датчиков, которые управляют скоростью вращения катушек, подавая сигнал на их электрические двигатели. Сегодня это принципиально новое направление в дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений, но точность этого способа существенно зависит от используемых для этого машин. Разработанная в нашей академии пневматическая система группового дозирования с распределителями семян горизонтального типа способна обеспечить не только точное, а прецизионное внесение твердых удобрений, что может стать мировым трендом в данной области. Поэтому следует применить максимум усилий для реализации этой идеи. Совершенствование этой технологии позволит значительно повысить эффективность внесения минеральных удобрений и сократить дозы вносимых удобрений и загрязнение окружающей среды.

ЛИТЕРАТУРА

1. Павловский, В. Точное земледелие – умная технология XXI века / В. Павловский, А. Мучинский, Г. Добыш // Белорусское сельское хозяйство. – 2011. – №4. – С. 27–31
2. Степук, Л. Я. Техно-экономические аспекты дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия / Л. Я. Степук [и др.] // Вестник БГСХА. – 2012. – №3. – С. 110–116.
3. Астахов, В. С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В. С. Астахов // Вестн. Белорус. Гос. с-х. акад. – 2019. – №1. – С. 158–161.
4. Астахов, В. С. Результаты испытаний пневматической централизованной высевальной системы при внесении минеральных удобрений / В. С. Астахов // Известия Академии аграрных наук Республики Беларусь. – 1997. – №1. – С. 67–72.