

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ СПОСОБОВ ОТБОРА ПОЧВЕННЫХ ОБРАЗЦОВ ПРИ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОМ ВНЕСЕНИИ УДОБРЕНИЙ

В. С. АСТАХОВ, д-р техн. наук

Г. О. ИВАНЧИКОВ, аспирант

УО «Белорусская государственная сельскохозяйственная академия»,
Горки, Республика Беларусь

Введение. Отбор почвенных проб для анализа почвы с целью дифференцированного применения удобрений довольно сложная операция. В настоящее время ведутся исследования, как оптимизировать количество отбираемых проб в зависимости от конкретных почвенных условий, рельефа местности, многообразия типов почв, выращиваемых культур, истории применения минеральных и органических удобрений [2–6].

В рамках наших исследований анализ таких способов является неотъемлемой частью. Он позволяет наиболее точно подобрать подход для выполнения требуемых задач в зависимости от их характера и сложности. В настоящее время отбор почвенных проб является довольно дорогостоящим мероприятием, особенно, в рамках дифференцированного внесения твердых минеральных удобрений. Так как для повышения точности при составлении электронных карт полей на наличие в почве питательных веществ требуется проведение достаточно многократного отбора проб почвы, что значительно повышает стоимость таких операций. Одним из путей разрешения этой проблемы мы видим в тщательном анализе существующих способов отбора почвенных проб при дифференцированном способе внесения удобрений.

Основная часть. Программа применения удобрений при выращивании сельскохозяйственных культур с учетом плодородия отдельных участков поля начинается с оценки содержания питательных веществ в почве [1, 7–9].

Рекомендации по применению удобрений основываются на ожидаемой отзывчивости растений на элементы питания, находящиеся в почве. Чем на меньшие участки будет разбито поле, тем более точной будет информация о содержании питательных элементов на отдельных участках поля.

Фирма Ag-Chem рекомендует своим клиентам отбирать пробы по клеткам площадью 2,5 акра (1 акр = 4046,86 м²) или меньше. Предпо-

чение отдается клеткам размером 1 акр. Это рекомендуется при отборе проб с полей, которые поливаются или получают 25 дюймов (1 дюйм = 2,54 см) осадков.

Почва обеспечивает полностью или частично растения необходимыми питательными элементами, а также водой, воздухом, теплом в зависимости от ее гранулометрического состава. Поэтому фирма затрачивает значительные усилия на отбор проб и их лабораторный анализ для получения необходимой информации.

При уравнительном земледелии требуется лишь несколько проб, необходимых для определения средних значений показателей для всего поля. Поле затем получает среднюю дозу того или иного питательного элемента. При дифференцированном внесении необходимо знать, как меняется плодородие почвы поля от одного участка к другому и это изменение должно быть представлено в виде электронной карты. Получение информации о поле посредством отбора проб является основой для дифференцированного выполнения основных операций [5–7].

Исторически сложилось так, что пробы отбирались с целью определения средних значений показателей для поля. Обычно используют два метода отбора проб. В соответствии с первым методом отбирают несколько образцов почвы по всему полю в случайном порядке. Почвенные образцы смешивают и рассматривают как одну пробу. По второму методу поле разбивают на несколько участков (клеток).

Образцы почвы отбирают, идя по клетке зигзагом. Образцы смешивают и получают одну пробу для каждой ячейки. В результате получают количество проб равное количеству участков. После лабораторного анализа данные по участкам усредняют и получают одно значение для всего поля.

В результате такого отбора проб и расчета по ним дозы внесения удобрений некоторые участки поля получают больше удобрений, чем это необходимо, другие меньше. Это приводит к снижению эффективности удобрений и к увеличению загрязнения окружающей среды.

Некоторые консультанты рекомендуют своим клиентам вносить удобрения по отдельным участкам (клеткам) и называют такой способ внесения удобрений «дифференцированное внесение». Такой подход неприемлем для полей с большой неравномерностью распределения питательных элементов в пахотном слое.

Некоторые рекомендуют отбирать пробы в соответствии с типом почвы и его изменением по полю. Учитывая, что минеральные и органические удобрения вносят неравномерно независимо от типа почвы,

все это приводит к тому, что неравномерность распределения питательных элементов в почве не зависит практически от типа почвы.

Почвенный покров можно рассматривать как непрерывный слой, покрывающий поле. Необходимо использовать такой способ отбора проб, чтобы получить объективную информацию обо всем слое почвы. На первом этапе поле разбивают на клетки (ячейки, блоки). Далее определяют места взятия проб в ячейке. До того, как появилась возможность использовать GPS, пробы отбирали в центре ячейки. Обычно такой способ отбора называют «сеточным методом» (grid или grid point sampling). Формальное название этого метода «стратифицированный метод».

По мере развития Глобальной Позиционной Системы (ГПС) можно определять места взятия проб без привязки к рядкам растений или замера расстояний на поле. При наличии ГПС и соответствующего программного обеспечения рекомендуется использовать систематический нелинейный метод взятия проб. Этот метод представляет собой комбинацию систематического метода со случайным методом отбора проб.

Затраты на анализ почвы, применение удобрений и обработку данных напрямую связаны с уровнем дифференцированности внесения фосфорных (P) и калийных (K) удобрений. Чтобы оценить эффективность дифференцированного внесения удобрений, эти затраты должны быть вычтены из прибыли, обусловленной дифференцированным внесением.

Сеточный метод взятия проб более дорогой по сравнению с традиционным методом. Проведенные в университете штата Висконсин исследования сеточного метода взятия почвенных образцов показали, что точность получаемой карты зависит от способа взятия проб и от их плотности.

Часть приведенных в таблице затрат получены зарубежными авторами, а часть получены от дилеров, продающих удобрения и машины для их внесения. Труд работающих был оценен в 25,00 долл. за час работы и 6,00 долл. за анализ одной пробы. Необходимо помнить, что расходы, связанные с ежегодным внесением твердых минеральных удобрений практически постоянны и включают дополнительные затраты, обусловленные дифференцированным внесением по сравнению с внесением одной дозы. Затраты, связанные с дифференцированным внесением P и K, резко увеличиваются при размере ячеек меньше 200 футов (1 фут = 0,3048 м²).

Зарубежные авторы считают, что дорогостоящий сеточный метод взятия проб необходимо осуществлять только один раз, если предполагается получить всю остальную информацию о состоянии поля с помощью Глобальной Позиционной Системы. В дальнейшем понадобится проводить дополнительный анализ в случае большой пестроты плодородия и невозможности ограничиться только функциями отзывчивости для оценки почв.

**Затраты на взятие проб,
связанные с дифференцированным внесением удобрений**

Отбор проб	Размеры ячеек сетки			
	450 фут. (= 5 акров)	300 фут. (= 2 акра)	200 фут. (= 1 акр)	100 фут. (= 0,25 акра)
	\$/акр			
2 ч (20 проб)	1,70	–	–	–
5.7 ч (48 проб)	–	4,29	–	–
10.9 ч (106 проб)	–	–	9,09	–
36 ч (436 проб)	–	–	–	35,16
Обработка данных и нанесение на карту	2,00	2,00	2,00	2,00
Внесение удобрений (затраты, связанные с дополнительным изменением дозы)	1,50	1,50	1,50	1,50
Общие затраты	5,20	7,79	12,59	38,66

*Площадь поля 100 акров.

Оплата труда 25,00 долл./час и 6,00 долл./за почвенный образец.

В работе не рассмотрены затраты, связанные с возможными нарушениями дозы при внесении удобрений, обусловленными ошибками при составлении карты пестроты плодородия. Есть свидетельства, когда из-за ошибок при картографировании участки с дефицитом питательных элементов были признаны хорошими. По этой причине были потери урожайности и прибыли, соответственно. При расчетах эффективности дифференцированного внесения удобрений необходимо также учитывать точность получаемых для этой цели карт. Затраты на взятие проб и их анализ растут с уменьшением размера ячеек сетки (рис. 1).

Фирма Ag-Chem Equipment Co., Inc. активно занимается производством и распространением оборудования для дифференцированного

внесения минеральных удобрений, химических средств защиты растений. Для систематического отбора проб с жесткой привязкой к конкретному полю с использованием системы позиционирования GPS фирма разработала отборщик проб (GridSampler) и математическое обеспечение для определения изменчивости элементов питания по полю, совместимое с программным продуктом SGIS.

С помощью программного продукта SGIS информация, полученная в результате обработки почвенных образцов и другой информации, быстро преобразуется в понятные и визуальные образы, которые легко записываются на дискету.

Для каждого поля разрабатывается свой план применения удобрений, который аккумулирует всю имеющуюся у фермера информацию о поле и полученную со всех источников. В нем также учтены весь опыт, цели и предпочтения фермера. Планируемая урожайность должна быть реальной и экономически выгодной, а также прогрессивной. План должен соответствовать всем требованиям к защите окружающей среды от загрязнения.

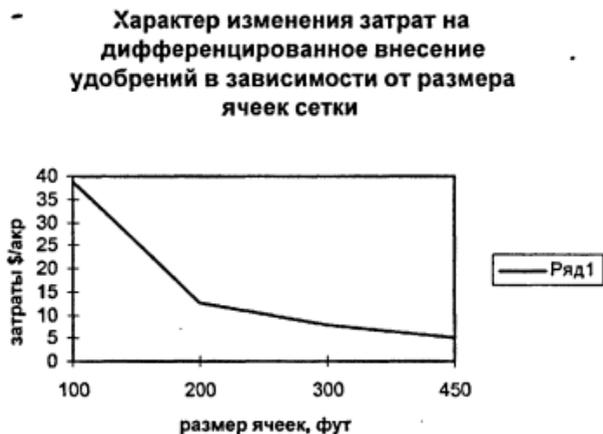


Рис. 1. Затраты, связанные с дифференциальным внесением Р и К

Заключение. Приведенные методы агрохимического обследования полей с целью снижения затрат на их проведение могут быть использованы лишь на очень больших полях с плавным изменением неоднородности. Но в условиях большой пестроты содержание питательных элементов, где их концентрация резко отличается друг от друга каж-

дые 3–5 м, а вариабельность показателей достигает 250–300 % и более, использование таких методов не обеспечит настоящую картину содержания питательных элементов в поле. Использование такого подхода для дифференцированного внесения удобрений не приведет к сглаживанию пестроты содержания питательных элементов на элементарных участках поля, а соответственно и эффективность этого метода будет низкой. Для решения данной проблемы необходим принципиально новый подход.

ЛИТЕРАТУРА

1. Астахов, В. С. Возможный качественный прорыв при дифференцированном внесении гранулированных минеральных удобрений / В. С. Астахов // Вестник БГСХА. – 2019. – № 1. – С. 158–161.
2. Босак, В. Н. Оптимизация питания растений / В. Н. Босак. – Saarbrücken: Lambert Academic Publishing, 2012. – 203 с.
3. Босак, В. Н. Система сбалансированного применения удобрений на хорошо окультуренных дерново-подзолистых легкосуглинистых почвах: дис. ... д-ра с.-х. наук: 06.01.04 / В. Н. Босак; Ин-т почвоведения и агрохимии. – Минск, 2004. – 297 с.
4. Козловская, И. П. Производственные технологии в агрономии / И. П. Козловская, В. Н. Босак. – Москва: Инфра-М, 2016. – 336 с.
5. Лапа, В. В. Минеральные удобрения и пути повышения их эффективности / В. В. Лапа, В. Н. Босак. – Минск, 2002. – 184 с.
6. Справочник агрохимика / В. В. Лапа [и др.]. – Минск: Белорусская наука, 2007. – 390 с.
7. Borgelt, S. C. Sensing and measurement technologies for site specific management / S. C. Borgelt // Proceedings of soil specific crop management: a workshop on research and development issues, 1992. – P. 141–157.
8. McGrow, T. Soil Test Level Variability in Southern Minnesota / T. McGrow // Better Crops with Plant Food. – 1994. – Vol. LXXVIII, Nr. 4. – P. 24–25.
9. Wollenhaupt, N. C. Profitability of Farming by Soils / N. C. Wollenhaupt, D. D. Buchholz // Proceedings of Soil Specific Crop Management: a workshop on research and development issues, 1992. – P. 111–115.

Аннотация: Проведен обзор существующих способов отбора почвенных образцов при дифференцированном внесении удобрений, обозначены преимущества и недостатки описанных методов.

Ключевые слова: минеральные удобрения, почвенный анализ, GPS, пробы.