

УДК 631.333: 631.8

РАЦИОНАЛЬНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОЧВ БЕЛАРУСИ И ГРАНУЛИРОВАННЫХ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ ЗА СЧЕТ ИХ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОГО ВНЕСЕНИЯ

Д.А. Жданко,

заведующий каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. техн. наук, доцент

Л.Г. Шейко,

доцент каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ, канд. с.-х. наук, доцент

А.Ф. Станкевич,

аспирант каф. эксплуатации машинно-тракторного парка БГАТУ

Для предприятий агропромышленного комплекса Беларуси в настоящее время особенно важно рационально использовать почвенные ресурсы и повысить эффективность внесения минеральных удобрений. Экономия ресурсов в современном сельскохозяйственном производстве диктует необходимость дифференцированного внесения удобрений в системе точного земледелия.

Ключевые слова: почва, удобрения, технология, точное земледелие, плодородие, коэффициент вариации.

The article notes that now, for the agro-industrial complex enterprises of Belarus, it is especially important to use soil resources rationally and to improve the efficiency of mineral fertilizers. It also indicates that in modern agricultural production, saving of resources dictates the need for differentiated application of fertilizers in the system of precise farming.

Keywords: soil, fertilizers, technology, precision farming, fertility, coefficient of variation.

Введение

Почвенный покров Беларуси неоднороден. На одном поле может быть несколько типов и видов почв с резкими колебаниями показателей плодородия. В рекомендациях производству ученые предлагают технологии для какой-то конкретной почвы, что на практике трудно выполнить из-за существующей пестроты полей.

Количество вносимых минеральных удобрений и их стоимость являются основными затратными составляющими, которые технолог может изменить в процессе производства продукции растениеводства, поэтому главной задачей является повышение экономической эффективности их применения.

Цель настоящей работы – математическое обоснование дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений. Научно-технический прогресс в сельском хозяйстве развитых стран мира связывают, прежде всего, с разработкой и внедрением в производство высокоточных автоматизированных информационных технологий, базирующихся на использовании высокопроизводительных средств механизации.

Основная часть

В Беларуси применяют около 30 наименований удобрений, различающихся не только химической формулой, но и физико-механическими свойствами. Технология внесения минеральных удобрений опре-

деляется их ассортиментом, физическими свойствами, а также агротехническими требованиями.

Ежегодно в республике вносится около 2 миллионов тонн действующего вещества минеральных удобрений. Это большой высокоэффективный ресурс, однако анализ применения удобрений свидетельствует о том, что в земледелии страны этот ресурс используется недостаточно эффективно. Окупаемость 1 кг действующего вещества минеральных удобрений зерном колеблется от 4 до 6 кг, хотя потенциальная возможность – 8-12 кг и более [1]. Причин, объясняющих такой факт, много. Одной из них является пестрота почвенного плодородия в рамках одного поля.

Анализ почвенного плодородия полей разной площади с разным количеством элементарных участков в Минской области показал большую неоднородность элементарных участков полей по содержанию гумуса, подвижного фосфора и калия, кальция, магния, бора, меди и цинка.

Чтобы понять, насколько велика пестрота почвенного плодородия, приведем пример расчета коэффициента вариации по содержанию фосфора на одном поле в ОАО «1-я Минская птицефабрика». В апреле, перед закладкой полевых опытов, были отобраны почвенные образцы и выполнены анализы (табл. 1).

По этим данным рассчитаем среднее значение содержания фосфора на данном поле, размах вариации, среднее линейное отклонение, дисперсию, стандартное отклонение и коэффициент вариации (рис. 1).

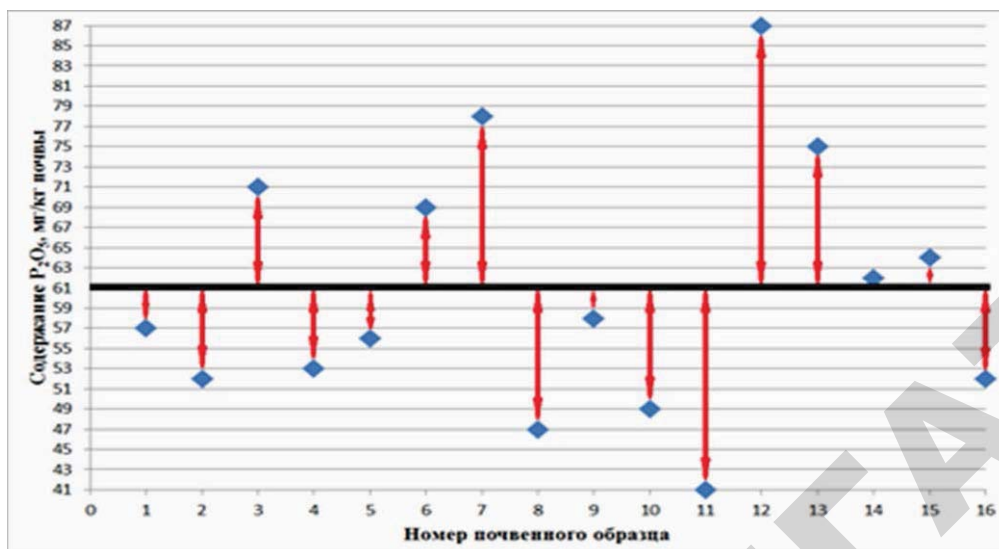


Рисунок 1. Отклонения показателей содержания фосфора от среднего значения:

- среднее значение содержания P_2O_5 ;
 — отклонения каждого значения от среднего показателя

Среднее значение – это обычная средняя арифметическая величина, представленная на рис. 1 жирной чертой.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x}{n} = \frac{57 + 52 + 71 + 53 + 56 + 69 + 78 + 47 + 58 + 49 + 41 + 87 + 75 + 62 + 64 + 52}{16} = 61$$

Размах вариации – разница между максимумом и минимумом:

$$R = X_{\max} - X_{\min} = 87 - 41 = 46$$

Среднее линейное отклонение рассчитаем по формуле:

$$\alpha = \frac{\sum_{i=1}^n |x - \bar{x}|}{n} = \frac{|57 - 61| + |52 - 61| + |71 - 61| + \dots + |52 - 61|}{16} = \frac{163}{16} = 10,1$$

Дисперсия рассчитывается по формуле:

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n |x - \bar{x}|^2}{n - 1} = \frac{|57 - 61|^2 + |52 - 61|^2 + |71 - 61|^2 + \dots + |52 - 61|^2}{15} = 156,6$$

**Таблица 1. Содержание фосфора
в почве на одном поле**

№ почвенного образца (элементарного участка)	Содержание P_2O_5 , мг/кг почвы	№ почвенного образца (элементарного участка)	Содержание P_2O_5 , мг/кг почвы
1	57	9	58
2	52	10	49
3	71	11	41
4	53	12	87
5	56	13	75
6	69	14	62
7	78	15	64
8	47	16	52

Среднеквадратическое отклонение – квадратный корень из дисперсии:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n |x - \bar{x}|^2}{n}} = \sqrt{D} = \sqrt{156,6} = 12,5$$

Коэффициент вариации рассчитываем по формуле:

$$V = \frac{\sigma}{\bar{x}} \cdot 100\% = \frac{12,5}{61} \cdot 100 = 21\%,$$

где V – коэффициент вариации;
 σ – среднеквадратическое отклонение;
 $\bar{x}$ – среднее значение.

Все расчеты приведены в табл. 2

В статистике принято, что, если коэффициент вариации меньше 10 %, то степень рассеивания данных считается незначительной, от 10 % до 20 % – средней, больше 20 % и меньше или равно – 33 % считается значительной. Так как коэффициент вариации

Таблица 2. Показатели вариации

Показатели вариации	Значение
Максимум	87
Минимум	41
Размах вариации	46
Среднее линейное отклонение	10,1
Дисперсия по выборке	156,6
Среднеквадратичное отклонение по выборке	12,5
Коэффициент вариации	21%

ции 21 %, что свидетельствует о значительной пестроте поля по содержанию фосфора в почве и о необходимости его выравнивания.

Выполнение технологических операций по стандартным технологиям возделывания сельскохозяйственных культур базируется на принципе однородности плодородия поля и, следовательно, потребности растений, с учетом усредненных данных. Для осуществления перехода от технологий, базирующихся на усредненных показателях параметров плодородия и состояния посевов к избирательному воздействию, необходимо переходить на систему точного земледелия.

Система точного земледелия позволяет учитывать неоднородные участки поля и проводить мероприятия в дифференцированном режиме на каждом отличном по плодородию участке с помощью достижений технического прогресса, космических и IT-технологий [2]. Основным принципом системы точного земледелия является максимальная реализация генетического потенциала растений на фоне максимальной отдачи от каждого квадратного метра неоднородного плодородия поля с помощью умственных способностей человека, с применением новейших технологий и техники с целью снижения себестоимости продукции растениеводства.

Для реализации технологии точного земледелия необходимы:

- современная сельскохозяйственная техника, управляемая бортовой ЭВМ, способная дифференцированно проводить агротехнические операции;
- приборы точного позиционирования на местности (система ГЛОНАСС, GPS-приемники);
- технические системы, помогающие выявить неоднородность поля (автоматические пробоотборники, различные сенсоры и измерительные комплексы, уборочные машины с автоматическим учетом урожая, приборы дистанционного зондирования плодородия почвы, сельскохозяйственных посевов и др.).

Внесение удобрений по технологии точного земледелия проводится дифференцированно, то есть, условно говоря, на каждый квадратный метр необходимо вносить столько удобрений, сколько необходимо конкретно на данном элементарном участке поля.

Предусматривается предварительная подготовка на стационарном компьютере карты-задания, в которой содержатся пространственно привязанные, с помощью GPS, дозы удобрения для каждого элементарного участка поля, рассчитанные по результатам агрохимического обследования. Для этого проводится сбор данных о поле, необходимых для расчета доз удобрений (пространственно привязанных). Расчет дозы производится для

каждого элементарного участка поля, тем самым формируется (в специальной программе) карта-задание, которая переносится на чип-карте на бортовой компьютер сельскохозяйственной техники, оснащенной GPS-приемником, и выполняется заданная операция. Трактор, оснащенный бортовым компьютером, двигаясь по полю, с помощью GPS определяет свое местонахождение и считывает с чип-карты дозу удобрений, соответствующую месту нахождения, затем посылает соответствующий сигнал на контроллер распределителя удобрений. Контроллер же, получив сигнал, выставляет на распределителе удобрений нужную дозу. Для разработки устройств контроля и управления внесением минеральных удобрений с учетом требований точных агротехнологий необходимо проведение специальных теоретических и экспериментальных исследований. Применение дифференцированного внесения гранулированных минеральных удобрений при возделывании сельскохозяйственных культур позволит рационально использовать дорогостоящие минеральные удобрения.

Заключение

Коэффициент вариации – 21 % свидетельствует о значительной пестроте поля по содержанию фосфора в почве и о необходимости его выравнивания. Эти данные дают основание считать перспективным направлением дифференцированное внесение гранулированных минеральных удобрений для повышения урожайности сельскохозяйственных культур и рационального использования почвенного плодородия.

Принятие решений в сфере современного сельскохозяйственного производства требует рационального использования почв, удобрений, специальной техники и машин, которые поддерживали бы технологии дифференцированного внесения удобрений.

На современном этапе следует развивать и внедрять в сельскохозяйственное производство республики ресурсосберегающие технологии точного земледелия, обеспечивающие управление производственным процессом посредством применения информационных технологий, автоматизированных и роботизированных систем. Такое перспективное направление способно вывести отечественное сельское хозяйство на новый уровень.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жданко, Д.А. Дифференцированное внесение гранулированных минеральных удобрений с использованием спутниковых навигационных систем / Д.А. Жданко., Л.Г. Шейко, А.Ф. Станкевич // Перспективи і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь: сб. по итогам III Всеукраїнської науч.-практич. конф., г. Житомир, 29-30 марта 2017 г. – С. 104-105.
2. Афанасьев, Р.А. Дифференцированное применение удобрений – настоящее и будущее / Р.А. Афанасьев // Плодородие, 2002. – №4. – С. 9-11.

ПОСТУПИЛА В РЕДАКЦИЮ 05.06.2017