

УДК: 631.452:631.8.023

**ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРЕНИЙ – ОСНОВНЫЕ ПРИОРИТЕТЫ В РАЗВИТИИ АГРОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ
(НА ПРИМЕРЕ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ)*****В.В. Лапа, акад. НАН Беларуси, Институт почвоведения и агрохимии НАН Беларуси***

Представлены результаты агрохимических исследований и их практической реализации в области сохранения и повышения плодородия почв, защиты их от деградаций, повышения эффективности использования удобрений в агропромышленном комплексе Республики Беларусь. Показаны основные принципы расчета оптимальных доз минеральных удобрений, используемые при разработке планов применения удобрений в агрохимической практике. Приведены данные по разработке новых форм комплексных минеральных удобрений со сбалансированным соотношением макро- и микроэлементов для отдельных сельскохозяйственных культур (всего 84 формы), их промышленному освоению и эффективности применения.

Ключевые слова: плодородие почв, комплексные минеральные удобрения, продуктивность, эрозия почв.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.01

Состояние плодородия почв для сельского хозяйства Республики Беларусь – один из наиболее важных факторов, определяющих продуктивность растениеводческой отрасли сельского хозяйства и устойчивость сельскохозяйственных культур к неблагоприятным погодным условиям.

Современное высокоинтенсивное ведение сельского хозяйства возможно только на плодородных почвах. Уровень плодородия почв, динамика агрохимических показателей в значительной степени зависят от объемов применения органических и минеральных удобрений, необходимых для формирования положительного или бездефицитного баланса гумуса и элементов питания. На почвах с высоким уровнем плодородия для получения планируемой урожайности сельскохозяйственных культур затраты минеральных удобрений всегда ниже, чем на почвах с низким содержанием питательных веществ. Поэтому повышение эффективности использования удобрений относится к числу важнейших государственных задач, стоящих перед почвенно-агрохимической наукой и аграрной отраслью. В системе рационального использования почв важное значение имеет постоянный мониторинг за состоянием плодородия почв, который является основой для разработки планов применения удобрений под сельскохозяйственные культуры и комплекса мероприятий по его сохранению и повышению.

Мониторинг агрохимических свойств почв Республики Беларусь проводят по данным крупномасштабного агрохимического обследования с 1965 г. С 1980 г. информация о состоянии агрохимических свойств почв накапливается в банке данных агрохимических свойств почв Республики Беларусь, актуализируется в соответствии с очередными турами обследования, обобщается и издается в виде справочных пособий для всех руководящих органов и специалистов Агрохимической службы республики.

В структуре сельскохозяйственных земель в республике преобладают дерново-подзолистые почвы, которые имеют кислую реакцию и низкую обеспеченность элементами питания.

Наиболее важным показателем качества земель является кадастровый балл плодородия. В среднем для пахотных почв он составляет 32 балла, для сенокосов и пастбищ улучшенных – 29 баллов.

Основными агрохимическими показателями, характеризующими состояние плодородия почв, являются степень кислотности почв и содержание в них гумуса и подвижных форм фосфора и калия. В настоящее время по итогам обобщения результатов 13-го тура крупномасштабного агрохимического обследования почв средневзвешенный показатель кислотности (рН) составляет по республике на пахотных почвах 5,84 и за последние 4 года он уменьшился на 0,06 ед. Средневзвешенное содержание подвижных форм фосфора и калия по методу Кирсанова в пахотных почвах республики равно, соответственно, 188 и 218 мг/кг почвы, гумуса – 2,25%. Устойчивая положительная динамика агрохимических показателей плодородия почв прослеживается на протяжении последних 10 лет и обусловлена положительным балансом фосфора, калия и гумуса в пахотных почвах в результате применения минеральных и органических удобрений.

Первое научное обоснование расчета доз минеральных удобрений в зависимости от агрохимических свойств почв и уровня планируемой урожайности сельскохозяйственных культур в Республике Беларусь было сделано Т.Н. Кулаковской [1]. Ею предложены дифференцированные дозы минеральных удобрений с учетом кислотности (pH_{KCl}) и содержания в почвах подвижных форм фосфора и калия. В дальнейшем это направление получило развитие в виде планов применения удобрений, разрабатываемых с 1980 г. на ЭВМ для всех хозяйств республики.

В современном варианте система применения органических и минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры обеспечивает расширенный возврат элементов питания в почву, чтобы компенсировать вынос их с отчуждаемым урожаем, и постепенное повышение запасов гумуса, фосфора и калия. При этом на почвах с оптимальным содержанием фосфора и калия (200-300 мг/кг) при расчете доз минеральных удобрений предусмотрена 100%-ная компенсация выноса этих

элементов с планируемой урожайностью сельскохозяйственных культур, на почвах с содержанием фосфора и калия ниже оптимальных значений – 120%-ная, а с содержанием фосфора и калия выше оптимума – 50%-ная компенсация выноса (рис.).

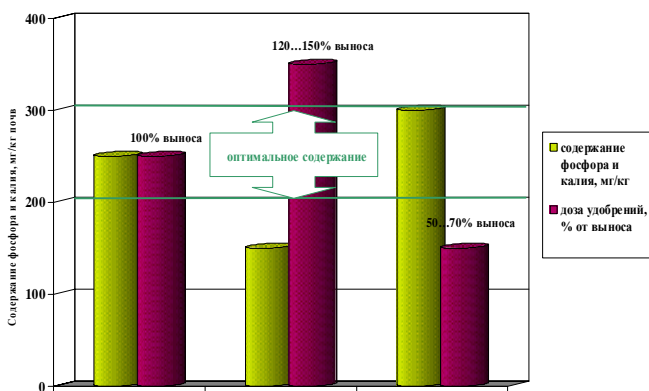


Рис. Принципы расчета доз минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры

Такая модель определения потребности сельскохозяйственных культур в минеральных удобрениях реализована в компьютерной программе по составлению планов применения удобрений, которые ежегодно разрабатываются областными проектно-изыскательскими станциями по химизации сельского хозяйства для всех хозяйств республики.

Анализ применения минеральных удобрений под сельскохозяйственные культуры за 2011-2018 гг. показывает, что наиболее высокий уровень их использования отмечен в 2011 г. и составил 313 кг д.в./га, в том числе 111 кг/га азотных, 60 – фосфорных и 142 кг/га калийных удобрений. В дальнейшем объемы применения минеральных удобрений стали постепенно умень-

шаться, достигнув минимальных величин в 2015-2016 гг., соответственно, 209 и 158 кг д.в./га. Следует отметить, что предыдущие (2011-2014 гг.) объемы применения минеральных удобрений хотя и были ниже потребности, но оставались на достаточно высоком уровне, необходимом для достижения планируемой продуктивности пахотных почв и положительного баланса фосфора и калия в почвах.

Поддержка сельхозпроизводителей в вопросах приобретения минеральных удобрений осуществляется только в виде целевых льготных кредитов.

Положительную роль сыграло и то, что в течение ряда лет вносили 9-10 т органических удобрений на 1 га пашни. В результате среднегодовая продуктивность пахотных почв устойчиво превысила 40 ц к.е/га. В перспективе для достижения средней продуктивности пахотных почв 45-50 ц к.е/га необходимо сохранить уровень применения минеральных удобрений 300-320 кг д.в./га на фоне внесения 10-12 т/га органических удобрений. За четырехлетний период это обеспечит поддержание бездефицитного баланса гумуса и повышение содержания подвижных форм фосфора и калия в почвах, соответственно, до 192 и 222 мг/кг почвы.

Важным фактором ресурсосбережения в системе удобрения сельскохозяйственных культур имеет переход на применение комплексных форм минеральных удобрений со сбалансированным соотношением элементов минерального питания с учетом биологических особенностей возделываемых культур [2, 3]. В Институте почвоведения и агрохимии разработан полный ассортимент комплексных (твердых и жидких) удобрений с добавками микроэлементов для всех выращиваемых в республике сельскохозяйственных культур.

Культуры	Марки удобрения (NPK) для почв разного уровня плодородия
<i>Удобрения комплексные для основного внесения в почву</i>	
Озимые зерновые	5-16-35; 7-21-36; 7-16-31 (Cu, Mn, регулятор роста растений)
Яровые зерновые	13-11-18; 16-12-20; 14-11-19; 13-8-17 (Cu, Mn, S, регулятор роста)
Ячмень пивоваренный	9-13-18; 9-18-24; 8-14-20; 10-18-22; 13-19-25; 10-16-19 (Cu, Mn, S)
Крупяные	10-19-25; 16-12-20; 13-7-15; 13-9-17 (B, Zn, Fe)
Лен-долгунец	5-16-35; 6-21-32; 7-15-29 (B, Zn, Fe)
Лен масличный	10-12-20; 12-14-28; 13-11-22; 13-8-14 (B, Zn, Fe)
Сахарная свекла	13-(10-12)-19; 16-12-20; 14-8-18; 17-9-22 (Na, S, B, Mn)
Озимый рапс	6-20-30; 8-18-25; 7-16-31; 5-16-35 (S, B, Mn)
Картофель	13-8-17; 16-12-24; 14-11-18, 14-12-21 (B, S, Cu, Mn, регулятор роста)
Бобовые и зернобобовые	5-18-35; 6-21-32; 7-20-30; 7-17-31 (B, Mo, регулятор роста растений)
Кукуруза	14-13-20; 15-12-18; 14-10-18 (Zn, B, Cu, Mn, Co)
Морковь	16-12-20; 14-10-19; 13-12-19; 13-7-15 (S, B, Cu)
Столовая свекла	16-12-20; 13-12-19; 13-7-17 (S, B, Na, Mn, регулятор роста растений)
Капуста	16-12-20; 13-12-19; 13-7-19 (S, B, Zn, Mo)
Подсолнечник	10-18-22; 13-11-19; 14-12-20; 16-12-20 (Mg, B, Cu, Mn)
Однолетние бобово-злаковые и злаковые травосмеси	14-10-19; 16-12-20 (B, Cu, Mn)
Многолетние злаковые травосмеси	13-11-21; 14-10-19 (Cu, B, Zn, Mn)
Многолетние бобово-злаковые травосмеси	7-15-30; 8-15-28; 8-17-27 (B, Mo, Zn), 7-0-24
Хмель	13-9-19; 13-12-19, 13-12-21 (S, B, Zn, Cu, Fe)
Зеленые насаждения (городское озеленение)	13-7-15; 13-11-21; 16-12-20; 7-20-30; 5-16-35 (S, Mg, B, Mo)
<i>Удобрения жидкие азотно-калийные (NK)</i>	
Многолетние бобово-злаковые и злаковые травосмеси	10-0-12; 12-0-12; 17-0-10
<i>Удобрения жидкие комплексные с хелатными формами микроэлементов для некорневых подкормок</i>	
Морковь	8-4-9 (B, Cu, Co)
Свекла	8-4-9 (Na, B, Mn)
Капуста и кукуруза	8-4-9 (B, Zn, Mo)
Бобовые и зернобобовые	5-7-10 (B, Mo)
Лен-долгунец и лен масличный	5-7-10 (B, Cu, Zn)
Зерновые	8-4-9 (Cu, Mn)
Картофель	8-4-9 (B, Cu, Mn)
Цветы, зеленые насаждения	6-3-8 (B, Cu, Mn)

Всего: 84 марки (твердых и жидких комплексных удобрений)

Промышленное производство этих удобрений освоено на Гомельском химическом заводе. Он обеспечивает необходимый объем поставок фосфорных удобрений сельскому хозяйству в соответствии с предварительной оплатой, остальное количество производимых удобрений экспортируют за рубеж. В основном это комплексные удобрения.

В хозяйствах республики наиболее востребованы комплексные удобрения для льна, сахарной свеклы и озимого рапса. Все указанные комплексные удобрения зарегистрированы в Госхимкомиссии Республики Беларусь и разработаны рекомендации по их применению под сельскохозяйственные культуры. Государство оказывает влияние на регулирование цен только на калийные удобрения.

В полевых опытах на дерново-подзолистых легкосуглинистых и супесчаных почвах применение комплексных удобрений под озимые зерновые культуры (пшеница, тритикале) обеспечило повышение урожайности зерна в среднем на 3,9-5,8 ц/га, улучшение показателей качества зерна за счет увеличения содержания сырого белка на 0,24-0,50%, клейковины на 0,6-3,3%, суммы аминокислот незаменимых на 2,13-3,46 г/кг и критических – на 0,32-0,66 г/кг зерна.

В опытах с яровыми зерновыми культурами установлено увеличение урожайности зерна яровой пшеницы на 3,5-4,6 ц/га, ячменя – 1,7-4,3, яровой тритикале – 2,8-3,7, овса – на 1,8-4,2 ц/га, возрастало содержание белка в зерне на 0,2-0,7%, сумма аминокислот критических – на 0,06-1,67 г/кг зерна, незаменимых – на 0,23-5,31 г/кг зерна. Положительное влияние на урожайность и качество продукции установлено также в полевых опытах с озимым рапсом, сахарной свеклой, картофелем и другими сельскохозяйственными культурами.

Применение минеральных удобрений в почвенно-климатических условиях республики обеспечит оптимальное соотношение элементов питания в системе удобрения сельскохозяйственных культур, позволит на 30% уменьшить затраты на их внесение в почву и повысить окупаемость минеральных удобрений. В перспективе основным фактором повышения продуктивности сельскохозяйственных культур должно быть не увеличение объемов внесения минеральных удобрений, а оптимизация факторов, способствующих повышению окупаемости минеральных удобрений прибавкой урожайности сельскохозяйственных культур до 10-12 кг зерна на 1 кг NPK.

Для этого обязательным условием является выполнение комплекса следующих мероприятий:

- внесение удобрений в строго расчетных дозах на планируемую урожайность сельскохозяйственных культур при оптимальном соотношении всех макроэлементов. (Практически осуществимо при использовании комплексных форм минеральных удобрений);
- регулирование азотного питания сельскохозяйственных культур в процессе вегетации путем проведения подкормок в основные стадии формирования урожайности;
- сбалансированное применение микроудобрений с учетом биологической потребности возделываемых культур;
- химическая защита растений от сорняков, болезней и вредителей;
- качественное внесение минеральных удобрений и

проведение подкормок азотными удобрениями и микроудобрениями.

В комплексе мероприятий по сохранению и дальнейшему повышению плодородия почв большое значение имеет защита их от всех видов деградаций. Всего в республике выделяют пять видов деградаций: физическую, профильную, химическую, биологическую и ландшафтно-экологическую.

В Беларуси наиболее распространенный вид деградации – эрозия почв, наносящая большой экономический и экологический ущерб. Средние темпы увеличения площади эродированных пахотных земель составляют 139,4 га в год. Из всех земель сельскохозяйственного назначения на долю земель, подверженных водной эрозии, приходится 5,3%, ветровой – 1,1%. Кроме того, 2453,2 тыс. га, или 49,7% пахотных земель относятся к эрозионно опасным, которые при неправильном использовании могут быть подвержены эрозии.

Проявление эрозионных процессов на территории страны имеет региональные особенности. В Белорусском Поозерье и Центральной Беларуси, где холмистый рельеф и преобладают почвы связного гранулометрического состава, наиболее активно протекают водно-эрозионные процессы. В Белорусском Поозерье эрозия развивается в условиях мелко- и среднехолмистого рельефа на почвах, сформированных на моренных почвообразующих породах. В таких условиях, наряду с водной эрозией, активно развивается техногенная (механическая) эрозия, обусловленная обработкой почвы.

В Центральной почвенно-экологической провинции (Белорусская гряда) эрозионные процессы формируются на лессовидных и лессовых породах, приуроченных к крупнохолмистым формам рельефа. Для этой зоны характерны высокая сельскохозяйственная освоенность и распаханность территории, а сами почвы характеризуются крайне низкой устойчивостью к эрозии.

В Южной (Полесской) зоне, где выполнен большой объем осушительной мелиорации и преобладают почвы легкого гранулометрического состава, а также осушенные торфяные почвы, заметное развитие получила ветровая эрозия.

Наиболее эффективные противоэрозионные мероприятия – введение севооборотов с максимальной насыщенностью сельскохозяйственными культурами с высокой противоэрозионной устойчивостью. Так, например, проведенными исследованиями установлено, что при возделывании многолетних трав суммарный смыл почвы с атмосферными садками и тальми водами уменьшается от 13,7 до 0,3 т/га, гумуса – от 240,0 до 6,1 кг/га, азота – от 13,2 до 0,3, фосфора – от 5,9 до 0,3, калия – от 5,4 до 1,1 кг/га.

Таким образом, система применения удобрений под сельскохозяйственные культуры в Республике Беларусь обеспечивает положительную динамику их продуктивности, а комплекс агрохимических мероприятий – устойчивое повышение плодородия и защиту почв от деградаций.

Литература

1. Кулаковская Т.Н. Применение удобрений. – Минск: Урожай, 1970. – 216 с.
2. Пироговская Г.В., Лана В.В. Применение новых форм минеральных удобрений в Беларуси: перспективы использования в агротехнологиях сельскохозяйственных культур. Всемирный конгресс производителей минеральных удобрений и пестицидов. Innovative solutions in production of mineral fertil-

izers 8 pesticides. Presentation abstracts of the Congress SCIF 2018. – Батуми, 2018. – 13 с.

3. Пироговская Г.В., Лапа В.В., Черняков Д.В. Новые формы удобрений для применения в сельском хозяйстве Республики Беларусь. Перспективы использования инновационных форм

удобрений, средств защиты и регуляторов роста растений в агротехнологиях сельскохозяйственных культур: Материалы докладов участников 10-й научно-практической конференции «Анапа – 2018»/ Под ред. акад. РАН В.Г. Сычева. – М.: ООО «Плодородие», 2018. – С. 117-119.

SOIL FERTILITY AND EFFICIENCY IMPROVEMENT APPLICATIONS OF FERTILIZERS – KEY PRIORITIES IN DEVELOPMENT OF AGROCHEMICAL RESEARCH (ON THE EXAMPLE OF THE REPUBLIC OF BELARUS)

V.V. Lapa

Institute for Soil Science and Agrochemistry, Kazintsa ul. 90, 220108 Minsk, Belarus

The results of agrochemical studies and their practical implementation in the field of preserving and increasing soil fertility, protecting them from degradation, increasing the efficiency of fertilizer use in the agro-industrial complex of the Republic of Belarus are presented. The basic principles for calculating the optimal doses of mineral fertilizers used in developing plans for the use of fertilizers in agrochemical practice are shown. The data on the development of new forms of complex mineral fertilizers with a balanced ratio of macro- and microelements for individual crops (84 forms in total), their industrial development and application efficiency are presented.

Keywords: soil fertility, complex mineral fertilizers, productivity, soil erosion.

УДК 338.3+631.8

РАЗВИТИЕ ПРОИЗВОДСТВА И РЫНКА МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

А.И. Алтухов¹, акад. РАН, В.Г. Сычев², акад. РАН, Л.Б. Винничек³, д.э.н.,

¹ФГБНУ «Федеральный научный центр аграрной экономики и социального развития сельских территорий – Всероссийский научно-исследовательский институт экономики сельского хозяйства», г. Москва, Россия

²ФГБНУ Всероссийский НИИ агрохимии имени Д.Н. Прянишникова

³ФГБОУ ВО Пензенский ГАУ

Проанализированы внесение минеральных удобрений сельскохозяйственными организациями, объемы производства удобрений по видам в пересчете на 100 %-ное содержание питательных веществ и уровень загрузки производственных мощностей. Рассмотрены основные производители минеральных удобрений в России и определены перспективы развития рынка минеральных удобрений.

Ключевые слова: минеральные удобрения, рынок минеральных удобрений, производство минеральных удобрений.

DOI: 10.25680/S19948603.2019.108.02

Рынок минеральных удобрений включает в себя четыре основных сегмента: азотные, фосфорные, калийные и сложные минеральные удобрения. Основная часть производимых в Российской Федерации минеральных удобрений поставляется на экспорт ввиду ограниченных объемов потребления на внутреннем рынке (71 % – экспортные поставки, 29 % – внутренний рынок, в том числе как сырье для производства сложных удобрений).

Наибольшие объемы производства минеральных удобрений приходятся на такие виды как карбамид и аммиачная селитра (азотные удобрения), хлорид калия (калийные удобрения), аммофос, диаммофос и сложные удобрения (NPK) [8].

Объем внесения минеральных удобрений в среднем по Российской Федерации (по данным Федеральной службы государственной статистики) в 2017 г. составил 55 кг/га (табл. 1), а в регионах с развитым сельским хозяйством – значительно больше. Так, в Центральном федеральном округе – 88,3 кг/га, в Северо-Кавказском федеральном округе – 83,4, в Южном федеральном округе – 76,7 кг/га.

В стране на 42% площадей удобрения не применяются. Наиболее интенсивно их вносят при производстве сахарной свеклы и картофеля. Дальнейший рост потребления минеральных удобрений требует интенсификации сельского хозяйства в Федеральных округах: в Северо-Западном, Дальневосточном, Приволжском, Уральском и Сибирском.

1. Внесение минеральных удобрений под посевы в сельскохозяйственных организациях*

Показатель	2000г.	2010г.	2015г.	2016г.	2017г.
Внесено минеральных удобрений (в пересчете на 100%-ное содержание питательных веществ):					
всего, млн. т	1,4	1,9	2,0	2,3	2,5
на 1 га всей посевной площади, кг	19	38	42	49	55
из нее:					
зерновых и зернобобовых культур (без кукурузы)	20	41	45	51	58
сахарной свеклы	119	276	274	294	301
льна-долгунца	73	50	33	42	32
подсолнечника	6	24	25	32	37
овощебахчевых культур	84	179	166	195	198
картофеля	155	263	328	326	354
кормовых культур	13	12	14	16	19
Удельный вес площади с внесенными минеральными удобрениями на всей посевной площади, %	27	42	48	53	58

*С 2010 г. – без учета микропредприятий.

В основных сельскохозяйственных регионах Российской Федерации объемы внесения минеральных удобрений несопоставимы с мировой практикой, средний уровень внесения их в целом по стране остается на низком уровне (мировая практика: в Европейском союзе – 130 кг/га, в Латинской Америке – 90, в Китае 440, Бельгии – 276, Германии – 199, США – 134 кг/га). Средне-