

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРИМЕНЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ

**А. Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная
сельскохозяйственная академия»
тел. 8 (84231) 55-95-68, agroec@yandex.ru**

Ключевые слова: минеральные удобрения, загрязнение окружающей среды, биологический азот

В работе рассматриваются экологические проблемы при применении азотных, фосфорных, калийных удобрений и пути их решения.

Возделывание сельскохозяйственных культур сопровождается систематическим отчуждением больших количеств биогенных элементов. В связи с этим применение органических и минеральных удобрений – одно из необходимых условий обеспечения сохранения плодородия почвы и формирования высокой и стабильной урожайности.

Безальтернативность разумного использования всех видов удобрений и химических мелиорантов по мнению В. Г. Минеева (1990) заключается в следующем:

- оптимизация питания культурных растений;
- воспроизводство плодородия, улучшение свойств и гумусного состояния почв;
- создание оптимальных культурных агрохимических ландшафтов;
- снижение негативных последствий от глобального и локального техногенного загрязнения;
- улучшение радиационно-экологической ситуации в агроэкосистеме;
- регулирование биологических показателей агроэкосистемы;
- улучшение химического состава и питательной ценности растениеводческой продукции и т.д.

Однако, признавая исключительно важную роль агрономической химии в увеличении производства продуктов питания для человека и кормов для животноводства, следовательно, повышении эффективности сельскохозяйственного производства, следует помнить, что те же самые химические средства, направленные на улучшение условий питания растений, при неправильном их использовании могут оказывать и оказывают негативное воздействие на окружающую среду и на качество получаемой продукции.

Основными причинами загрязнения окружающей среды являются:

- несовершенство организации транспортировки, хранения, смешивания и применения удобрений;
- нарушение технологий их внесения в севообороте и под отдельные культуры (в том числе неумеренное или несбалансированное);

– несовершенство самих удобрений, их химических, физических и механических свойств.

Видный специалист по проблемам биосферы А. Н. Тюрюканов (1990) писал «... Кто подменил слова «минеральные соли и «ядохимикаты» «удобрениями» и «агрохимикатами» – непонятно. Но эта безобидная замена слов чревата опасностью. Классики агрохимии говорили о минеральных солях. Кто подменил это слово словом «удобрения»? непонятно, зато выглядит добренько ...». Т.е. в этом случае завуалируется экологическая опасность применения удобрений.

Отрицательное действие удобрений на почву, растения и в целом на окружающую среду может быть самым различным, в том числе:

- загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, усиление эвтрофирования водоемов;
- нарушение круговорота и баланса питательных веществ, в том числе ухудшение агрохимических свойств почвы;

- потери гумуса и изменение его фракционного состава;
- ухудшение фитосанитарного состояния посевов и развитие болезней растений, уменьшение адаптации к ним, а также устойчивости к экстремальным условиям при избыточном и несбалансированном внесении тех или иных элементов;
- негативное влияние на состояние почвенно-биотического комплекса и т.д.

В. И. Савич и др. (2003) указывают до 17-ти скрытых негативных возможных проявлений удобрений в системе почва – растение – окружающая среда.

Сказанное хорошо иллюстрируется приведенной схемой, касающейся недостаточного или избыточного применения **азотных удобрений**.

Одним из самых негативных моментов неправильного применения азотных удобрений является избыточное накопление нитратов в продукции, загрязнение ими природных вод, в том числе и питьевой.

Причиной нарушения ассимиляции нитратов в растениях могут служить до 30-и факторов, в том числе:

- сроки, формы, дозы внесения удобрений;
- метеорологические условия;
- сортовые различия;
- сроки посева (посадки) и густота стояния растений;
- наличие и соотношение различных питательных веществ и т.д.

Для сведения к минимуму непроизводительных потерь азота, предотвращения и снижения загрязнения нитратами растениеводческой продукции, водоемов и т.д. необходимо, прежде всего, четко соблюдать существующие регламенты их применения. Внесению удобрений должно предшествовать известкование кислых почв, т.к. снижение кислотности почвенного раствора активизирует процессы восстановления нитратов. Исключительно важным приемом снижения (предотвращения) нитратного загрязнения сельскохозяйственной продукции является внесение достаточного количества органического удобрения (в том числе сидератов). Рекомендуются сочетание их с минеральными в соотношении 4:1.

И, конечно, перспективной альтернативой минеральному азоту в питании растений является биологический азот, фиксируемый азотфиксирующими микроорганизмами не только в симбиозе с бобовыми культурами, но и свободноживущими. В последнее время поступает на рынок достаточное количество биопрепаратов на основе диазотрофов. Например, результаты наших исследований (2010 г.) показали,

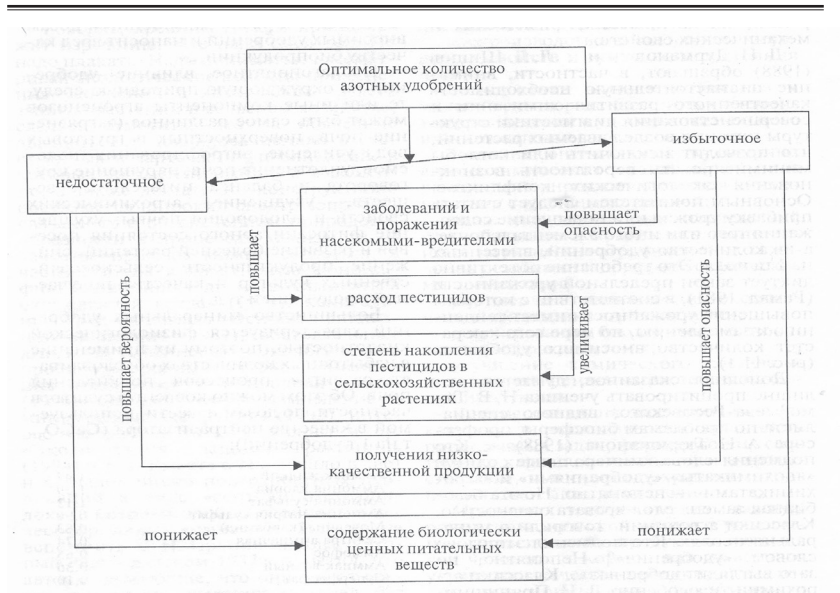


Схема некоторых последствий недостаточного или избыточного внесения азотных удобрений (Черников В. А. и др., 2000)

что при использовании биопрепарата Бисолбифит супер можно до минимума свести использование азотных удобрений.

Таблица 1
Влияние биопрепарата Бисолбифит супер и минеральных удобрений на урожайность яровой пшеницы

Варианты	Урожайность, т/га	Отклонения	
		т/га	%
Контроль	0,89	—	—
БисолиФит супер	0,96	0,07	7,9
N40P40K40	1,06	0,17	19,1
N40P40K40+Бисолбифит супер	1,00	0,11	12,4
N20P40K40+Бисолбифит супер	1,21	0,32	35,9
P40K40+Бисолбифит супер	1,27	0,38	42,7
НСП ₀₅	0,08		

Фосфорные удобрения. Используемые в сельском хозяйстве фосфорные удобрения представлены в основном наиболее легко усвояемыми растениями водорастворимыми видами: это, прежде всего, суперфосфат, а также сложные удобрения – аммофос, диаммофос, нитроаммофоска, карбоаммофоска.

Фосфор относится к важным биогенным элементам. Хотя потребность жи-

вых организмов в фосфоре примерно в 10 раз меньше, чем в азоте, он не только является важным источником питания, но и играет основную роль в процессах массо- и энергообмена, а также в процессе размножения.

Поскольку 1/3 посевной площади России характеризуется низким и очень низким содержанием фосфора, высокая потребность в фосфорных удобрениях – объективная реальность. Однако при этом нельзя упускать из виду ряд природоохранных аспектов проблемы фосфорного питания:

- с фосфорными удобрениями в почву попадают многочисленные токсичные элементы (тяжелые металлы), малоподвижные в почвенной среде. Например, содержание Ni в суперфосфате составляет 7–32 мг/кг, Pb 7–92 мг/кг, Cd 50–170 мг/кг, Cr 66–243 мг/кг, Zn 50–1430 мг/кг, Cu 4–79 мг/кг (Черников В. А., 2000). В природных фосфатах также присутствуют радиоактивные элементы уран и радий, в некоторых фосфорных рудах на 1 т P_2O_5 приходится 30–40 кг ^{90}Sr . Суперфосфат содержит 1,5 % фтора, который ингибирует активность ряда ферментов, что отрицательно сказывается на процессах фотосинтеза и биосинтеза белков;

- накапливается в водных объектах в результате потерь при транспортировке и хранения удобрений (34 % всех поступлений), из-за поверхностного стока и вымывания из почв в растворенном виде и с продуктами эрозии (21 % поступлений), вследствие «выпадения» фосфора из аграрного круговорота в результате снижения (до 50 % и более) утилизации органических веществ в животноводстве (45 % поступлений). Последнее ведет к эвтрофированию водных объектов («цветение» воды).

Чтобы не допустить негативных последствий применения фосфорных удобрений необходимо:

- строгое соблюдение апробированных рекомендаций по внесению фосфорных удобрений (сроки, дозы, почвы и их свойства);
- соблюдение экологических ограничений при фосфоритовании почв;
- применение фосфорсберегающих технологий.

Калийные удобрения (хлорид калия, сульфат калия, сырые калийные соли) Калийные удобрения также могут отрицательно влиять на окружающую среду и качество получаемой продукции:

- балластные элементы (Cl, Na), присутствующие в калийных удобрениях, при систематическом их применении могут накапливаться в почве, снижая ее плодородие, а также в грунтовых водах, повышая в них концентрацию солей;
- нарушение соотношения K:Na в кормах и K:(Ca+Mg) ведет к заболеванию животных (гипомагниезии);
- при избыточном содержании Na разрушается структура почвы;
- в калийных удобрениях содержатся тяжелые металлы (Cd, Hg, Pb, Al) (табл. 2).

Таблица 2

Содержание вредных примесей в калийных удобрениях, мг/кг

Удобрение	Pb	Cd	Al	Hg	Cr
KCl	6,5	0,2–0,30	1,3–7,7	–	–
K_2SO_4	12,0	1,00	0,2	0,075	0,250
Сырая калийная соль	4,0	0,09	2,6	–	–
40 % калийная соль	4,5	0,16	4,1	–	–

Для повышения эффективности применения калийных удобрений и предотвращения качества продукции их следует вносить под основную обработку почвы. Снижение потерь питательных элементов также можно достичь использованием медленнодействующих удобрений, питательные элементы которых усваиваются растениями постепенно, в течение всего периода вегетации (капсулирование, т.е. покрытие синтетической оболочкой (смолы, парафины и т.д.) или элементарной серой).

Обеспечить рост урожайности сельскохозяйственных культур, качество и экологическую безопасность продукции, минимизацию отрицательного воздействия на окружающую среду возможно только на основе органо-минеральной системы удобрения в связи с тем, что действие органических и минеральных удобрений на растения и почву различно.

Питательные вещества из минеральных удобрений (особенно азотных и частично калийных) максимально используются растениями почти сразу же после их применения, а из органических – постепенно, по мере минерализации органического вещества. Если первые улучшают питательный режим, то органические удобрения наряду с этим обогащают ее гумусом, улучшают физико-химические свойства, увеличивают активность почвенной микрофлоры. Внесение органических удобрений в сочетании с минеральными превосходит по своей эффективности воздействие эквивалентного количества питательных веществ, применяемых раздельно органических и минеральных удобрений.

Новые технологии и место удобрений в них

В настоящее время широко рекламируются и предлагаются новые технологии возделывания сельскохозяйственных культур, базирующиеся на элементах биологизации. В публицистических и научных изданиях большое внимание уделяется минимизации обработки почвы. В качестве преимуществ при этом рассматриваются возможное снижение экономических затрат на обработку, снижение интенсивности эрозионных процессов, оптимизация условий для развития почвенных микроорганизмов и т.д.

Признавая в целом плюсы данных технологий, нельзя не отметить и существенные недостатки, которые в настоящий момент времени неустранимы принципиально. Так, например, минимизация обработки способствует значительному ухудшению фитосанитарной обстановки, что требует повышенных объемов применения химических средств защиты растений. В результате стремление к минимизации приводит к увеличению пестицидной нагрузки на агроэкосистему и окружающую среду. В рамках минимальной и нулевой обработкой остается нерешенной проблема применения удобрений и химических мелиорантов: поверхностное внесение фосфорных и известковых материалов или неглубокая их заделка существенно снижают их эффективность; практически полностью исключается возможность качественного внесения в почву традиционных органических удобрений.

Кроме минимальной обработки почвы, в рамках новых технологий в последние годы предлагается большое количество микробиологических препаратов, выполняющих по мнению разработчиков функцию удобрений, стимуляторов роста и биофунгицидов. При этом в ряде случаев рекомендуется замена ими традиционных минеральных удобрений, что также часто не имеет достаточного научного обоснования. Микробиологические препараты действительно могут улучшать режим пи-

тания растений, переводя биогенные элементы в более доступную форму, однако проблему их отрицательного баланса не решают в принципе (за исключением азота, восполнение которого возможно за счет усиления его биологической фиксации). В результате кратковременный положительный эффект от применения микробиологических препаратов без соответствующей компенсации элементов питания может смениться истощением почвы, что в конечном итоге может привести к снижению их эффективности в последующие годы при применении их на данном поле.

Таким образом, новые земледельческие технологии, при всей их привлекательности, на настоящий момент времени обладают рядом недостатков (и, прежде всего, в части использования удобрений и химических мелиорантов), устранение которых требует проведения соответствующих исследований.

Состояние применения удобрений в Ульяновской области

В таблице 3 представлена динамика изменения объемов применения агрохимических средств, удобрений и урожайности сельскохозяйственных культур за 1965–2010 гг., т.е. за 45 лет.

Таблица 3

Изменение объемов применения агрохимических средств, удобрений и урожайности сельскохозяйственных культур в Ульяновской области

Показатели		Циклы и годы								
		I 1965–1969	II 1970–1977	III 1978–1985	IV 1985–1990	V 1990–1994	VI 1994–1999	VII 1999–2004	2009	2010
Внесено удобрений	минеральных, кг д.в./га	17,2	43,9	62,2	107,8	64,5	9,6	13,0	18,7	16,8
	органических, т/га	1,3	1,7	2,7	3,6	3,1	0,5	0,2	0,062	0,016
Известкование, тыс. га		3,3	4,8	14,7	54,8	44,1	0,4	–	–	–
Средняя урожайность, т/га	зерновых	1,47	1,55	1,6	1,83	1,65	1,29	1,48	1,91	0,85
	сахарной свеклы	13,1	13,1	15,0	20,9	15,9	13,0	18,2	13,9	12,6

За период с 1965 по 1990 годы интенсивность применения удобрений в области значительно возросла. Если с началом периода на каждый гектар пашни вносилось 1,3 т/га органических и 17,2 кг д.в./га минеральных удобрений, то к IV циклу они составили 3,6 т/га и 107,8 кг д.в., что позволило за этот период существенно улучшить гумусированность почв (на 0,4 % по отношению к III циклу) и повысить среднюю урожайность зерновых культур на 0,36 т/га, сахарной свеклы с 13,1 до 20,9 т/га, или на 60 %.

С началом структурной перестройки народного хозяйства страны произошло резкое снижение объемов применения средств химизации вплоть до полного прекращения использования отдельных их видов, что незамедлительно сказалось на плодородии почвы и продуктивности пашни.

В настоящее время наблюдается медленная тенденция повышения уровня применения минеральных удобрений. Например, в 2009 году в область поступило 30 тыс. тонн минеральных удобрений в пересчете на действующее вещество, на 01.01.2011 г. – 31 тыс. тонн. Тем не менее, общий отрицательный баланс НРК составляет 56 кг/га, в том числе по азоту – 18, фосфору – 10, калию – 28 кг/га. Почти 50 % пашни имеют кислую реакцию почвенного раствора.

В связи с этим как никогда важно правильное, с соблюдением всех разработанных и рекомендованных технологий применение удобрений.

Библиографический список:

1. Минеев В. Г., Ремпе Е. Х. Агрохимия, биология и экология почвы. М.: Росагропромиздат, 1990. 206 с.
2. Савич В. И. и др. Оценка почв. Астама, 2003. 544 с.
3. Тюрюканов А. Н. О чем говорят и молчат почвы. М.: Агропромиздат, 1990
4. Черников В. Г. и др. Агроэкология. М.: Колос, 2000, 536 с.

УДК 631.45+631.82

ВЛИЯНИЕ ДИАТОМИТОВОГО ПОРОШКА СОВМЕСТНО С БИОПРЕПАРАТАМИ И МИНЕРАЛЬНЫМИ УДОБРЕНИЯМИ НА ФЕРМЕНТАТИВНУЮ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ

**А. Х. Куликова, доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ФГБОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная
академия» Тел. 8 (84231) 559568, agroec@yandex.ru**

**С. Н. Никифорова, кандидат сельскохозяйственных наук
ГНУ Ульяновский НИИСХ Россельхозакадемии
Тел. 8 (8422) 41-81-55, ulniish@mv.ru**

Р. Р. Камалова, магистрант 1-го года обучения

Ключевые слова: биологические препараты, ферментативная активность почвы, чернозем выщелоченный.

Установлено, что биологические препараты Байкал ЭМ-1 и Ризогрин оказывают положительное влияние на ферментативную активность почвы как при применении в чистом виде, так и на фоне минеральных удобрений.

Введение

В настоящее время нет сомнений в том, что почвенные микроорганизмы играют ведущую роль в биохимических превращениях веществ и биологическом круговороте химических элементов в наземных экосистемах (в том числе агроэкосистемах). Деятельность человека способствует усилению их биогеохимической функ-