

§2 ТЕХНОЛОГИИ И МЕТОДОЛОГИЯ В СИСТЕМАХ БЕЗОПАСНОСТИ

Митрофанов Р.А.

ПОВЫШЕНИЕ ПЛОДРОДИЯ ПОЧВ ОРГАНИЧЕСКИМИ УДОБРЕНИЯМИ КАК ФАКТОР ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Аннотация. Анализ современного состояния и возможных сценариев развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшение общей экологической обстановки. В статье освещены проблемы плодородия земель сельскохозяйственного назначения. Такие задачи как биологизация и экологизация земледелия могут быть решены, например, путем использования технологии изготовления биологически активных органических и органоминеральных удобрений на основе торфа, которые также называются гуминовыми препаратами. Использование технологии на порядок удешевляет производство биоудобрения, для применения в сельском хозяйстве в промышленных масштабах. В статье проведен сравнительный анализ влияния на плодородие земель сельскохозяйственного назначения минеральных и органических удобрений. В статье изложено краткое описание уникальной технологии производства эффективного биоудобрения. Принимая во внимание бытующее мнение, что использование органических удобрений не может в полной мере компенсировать недостаток элементов минерального питания, возникающий вследствие выноса их с урожаем сельскохозяйственных культур, особенно в долгосрочной перспективе, можно согласиться, что применение небольших доз азотных удобрений, не дают того негативного эффекта как «большая химия». Однако с учетом сложившейся ситуации, альтернативы замены значительной доли минеральных удобрений на органические и органоминеральные нет.

Ключевые слова: национальная безопасность, повышение плодородия почв, дефицит гумуса, торф, влияние минеральных удобрений, органические удобрения, без вспашки, электрогидравлическая технология, загрязнение тяжелыми металлами, экологизация земледелия.

Abstract. The analysis of the modern state and possible scenarios of development of agricultural production confirms the need for realization of measures pertaining to stabilization and restoration of farm lands, which

increase the fertility of earth of agricultural designation and improve the general environmental situation. Such tasks as biologization and environmentalization of farming can be solved by means of using the technologies of manufacturing the active organic and organic mineral peat-based fertilizers, which are also called humic products. These technologies can significantly cut the cost for producing the biofertilizers. The article conducts a comparative analysis of the influence of the mineral and organic fertilizers on the agricultural productivity, as well as presents a brief description of the unique technology of manufacturing of the effective biofertilizer. Considering an existing opinion that the use of organic fertilizers cannot to the full extent compensate the lack of mineral nutrition especially in the long-term prospects, we can agree that the application of nitrogen fertilizers in small amounts does not produce a negative effect as other "major chemicals". However, taking into account the current situation, there is not alternative for substituting the significant portion of mineral fertilizers with organic and organic mineral fertilizers.

Key words: *electrohydraulic technology, no-till technology, organic fertilizers, the negative impact of mineral fertilizers, peat, lack of humus, improve soil fertility, national security, contamination of soils with heavy metal, greening agriculture.*

Анализ современного состояния и возможных сценариев развития сельскохозяйственного производства подтверждает необходимость проведения комплекса мероприятий по стабилизации и восстановлению сельскохозяйственных угодий, обеспечивающих повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения, а также улучшение общей экологической обстановки.

То что происходит сейчас с землей, в частности в России, нельзя назвать ни чем иным как только деградацией. По странной корреляции с убылью населения нашей страны которая в среднем составляет по 1 млн. человек в год, сельскохозяйственные угодья, выбывшие из оборота за последние 15 лет, составили более 15 млн. гектаров, – т.е. также по 1 млн. гектаров в год. Более 56 млн. гектаров пашни характеризуются **низким содержанием гумуса**. Среднегодовой дефицит гумуса в пахотном слое за последние годы в среднем по России составил 0,52 тонны на гектар. Вносимые дозы минеральных удобрений не компенсируют потерю (при сборе урожая) питательных веществ почв.

По данным Государственного (национального) доклада о состоянии и использовании земель в Российской Федерации в последние годы практически во всех субъектах Российской Федерации продолжается тенденция по ухудшению состояния земель. В большинстве из них почвенный покров, особенно сельскохозяйственных угодий, подвержен деградации и загрязнению, катастрофически теряет устойчивость к разрушению, способность к восстановлению свойств, воспроизводству плодородия. По минимальным оценкам, в стране за послед-

ние пятнадцать лет потеряно 30 млн. гектаров продуктивных земель (включая 15 млн.га. уже используемых сельскохозяйственных угодий), а ущерб от их прямой потери составляет оценочно 1,5 трлн. долл.

Подсчитать экономический ущерб от потери продуктивных земель, используя современные методики, вероятно, возможно и даже с большей степенью достоверности, однако невозможно оценить экологический вред, тем более что его последствия в значительной степени скажутся в будущем. Сложилась ситуация, при которой дальнейшая деградация почв и выбытие продуктивных земель из оборота представляют реальную угрозу **национальной безопасности**. Решение проблемы в настоящее время требует разработки и принятия государственной экологически обоснованной земельной политики, включающей комплекс правовых, организационных и экономических мер.

В связи с вышеназванными проблемами в основные направления агропродовольственной политики Правительства Российской Федерации на ближайшие годы были внесены существенные корректировки, определяющие необходимость реализации специальной целевой Программы по **сохранению и восстановлению плодородия почв** земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России (далее – Программа [1]).

Повышение плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения является естественным условием интенсификации земледелия, способствует росту урожайности, увеличивает ценность земли и имеет важное природоохранное значение.

Таким образом, в настоящее время назрела насущная необходимость:

- освоения современных систем земледелия и землеустройства (в том числе *технологии «no-till»* с учетом перспективы развития земель сельскохозяйственного назначения;
- проведения комплекса агрохимических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования удобрений и мелиорантов в сельском хозяйстве;
- выполнения гидромелиоративных, культурно-технических, противоэрозионных мероприятий и работ по реабилитации нарушенных земель;
- осуществления агролесомелиоративных и фитомелиоративных мероприятий.

Учитывая насущную необходимость освоения современных систем земледелия, проведения комплекса агрохимических мероприятий, направленных на повышение эффективности использования удобрений в сельском хозяйстве и выполнения других мероприятий по реабилитации нарушенных земель, вышеназванная Программа в частности предусматривает коренное улучшение земель сельскохозяйственного назначения путем внесения в почву органических удобрений, микроудобрений, торфа и сапропеля.

В свою очередь, учитывая объемы запасов *торфа* и его доступность, нет достойной альтернативы торфу для крупномасштабного улучшения агротехнических свойств почв. Докажем это на примере сравнения использования *минеральных и органических удобрений*.

В настоящее время агроэкосистемы, утратившие видовое разнообразие, свойственное естественным, превратились в простые одновидовые и неустойчивые, требующие постоянного поддержания необходимого уровня их урожайности внесением подкормки, в качестве которой в подавляющем большинстве используются азотные, калийные и фосфорные минеральные удобрения.

Внесение в почву очень малых количеств азотных удобрений до 2-3г. на м² обычно стимулирует размножение почвенных микроорганизмов, доказанного вреда от таких доз нет, они приводят к накоплению гумуса в почве. Но при возрастании азота до 5 г/м² – угнетаются азотфиксаторы, и прежде всего в ризосфере, а если это делать постоянно и в больших дозах начинают размножаться другие почвенные сапрофиты и в определенный момент резко ускоряется минерализация органики и гумуса. Растения не

успевают потребить весь азот и заболевают, а весь азот из почвы вымывается или уходит в атмосферу. Микроорганизмы-азотфиксаторы при появлении избыточного азота превращаются в денитрификаторов и разрушают азотные удобрения. Парадоксально, но при применении минеральных удобрений почвы быстро теряют естественное плодородие и чтобы вырастить культурные растения, земле постоянно будет требоваться этот «минеральный допинг».

Стоит отметить и такой фактор как накопление тяжелых металлов, нитритов и нитратов в почве и в растениях. Например, свекла считается наиболее опасной в плане накопления нитратов. На почве без удобрений содержание нитратов в ней всего 0.12% (по сухому веществу). Если внесется не более 5 г мочевины на 1 м² – его содержание увеличится до 0.24% что безопасно. А при увеличении дозы до стандартно используемой – 20 г/м², содержание нитратов увеличивается в 5 раз и становится опасным. Калийные удобрения наименее опасны для растений и биоты, они частично закрепляются в гумусе, а избытки в основном вымываются в реки и моря. А вот фосфор вымывается медленно и мало, но быстрее других солей связывается почвенным комплексом в недоступные для растений соли. Поэтому сейчас все почвы содержат очень высокий процент нерастворимых фосфатов, что мешают усвоению многих микроэлементов.

Самые дешевые и наиболее часто используемые удобрения – аммиачная селитра и хлористый калий, приводят к быстрому увеличению кислотности почвы, а это приводит к нарушению всех естественных экосистем почвы, росту фитопатогенных видов, меняет усвоение микроэлементов и резко угнетает культурные растения. Даже незначительное изменение кислотности почвы существенно образом нарушает среду обитания почвенных животных и прежде всего дождевых червей. Меняется биохимизм растений, как следствие меняется жизненный цикл фитофагов, и далее по цепочке происходит бурное размножение гусениц, клещей, тли, трипсов.

К отрицательным последствиям применения удобрений следует отнести и увеличение подвижности некоторых микроэлементов, содержащихся в почве. Они вовлекаются в геохимическую миграцию, (быстрее вымываются), что ведет к возникновению в пахотном слое дефицита В, Zn, Cu, Mn. Основной причиной нарушений в обмене веществ растений при не-

достатке микроэлементов является снижение активности ферментных систем.

Также один из наиболее значимых отрицательных факторов применения минеральных удобрений – это их негативное влияние на микроструктуру почвы, сохраняющееся на протяжении 1-2 лет после их внесения. При их применении возрастает плотность упаковки микроагрегатов, снижается рыхлость, уменьшается доля зернистых агрегатов. Это связано и с разрушением пленки из гуматов, и с уменьшением числа микроорганизмов выделяющих слизи, и с обеднением пахотного слоя экскрементами почвенных животных [2].

Однако основной вред – это то, что минеральные удобрения являются основным источником загрязнения почв тяжелыми металлами и токсичными элементами. Это связано с содержанием в сырье, используемом для производства минеральных удобрений, стронция, урана, цинка, свинца, ртути, ванадия, кадмия, лантаноидов и других химических элементов. Большая часть химических элементов, попавших почву, находится в слабоподвижном состоянии. Период выведения кадмия составляет 110 лет, цинка – 510, меди – 1500, свинца – несколько тысяч лет [3].

Считается также, что для уменьшения негативного влияния минеральных удобрений в плане повышения кислотности, почву надо известковать, и это самое безвредное удобрение. Однако известь также содержит тяжелые металлы. Например, свинца в хлористом калии – 8,67 мг/кг, в аммиачной селитре – 0,05 мг/кг, в то время как в извести – 26,50 мг/кг. Получается, что в извести в 500 раз больше свинца, чем в азотных удобрениях.

По данным исследований, на полях, где в течение 5 лет подряд вносили суперфосфат, наблюдали повышение содержания кадмия в зерне пшеницы в 3,5 раза. По данным надзора доля образцов овощей и бахчевых культур, не соответствующих нормам по содержанию свинца, составила 1,2%, а кадмия – 7,2%. Считается, что главный загрязнитель почв радиоактивными элементами это также суперфосфат.

К наиболее опасным тяжелым металлам относятся ртуть, свинец и кадмий. Попадание в организм человека свинца ведет к нарушениям сна, общей слабости, ухудшению настроения, нарушению памяти и снижению устойчивости к бактериальным инфекциям. Накопление в продуктах питания кадмия, токсичность которого в 10 раз выше свинца, вызывает разрушение эритроцитов крови, нарушение работы почек, ки-

шечника, размягчение костной ткани. Парные сочетания тяжелых металлов усиливают их токсический эффект [4].

Многие перестают покупать молоко в магазинах, когда узнают что скармливание коровам растений, выращенных на загрязненных почвах, приводит к увеличению концентрации кадмия в молоке до 17-30 мг/л, в то время как допустимый уровень составляет 0,01 мг/л. [5].

Замечено, что для накопления самых опасных свинца и кадмия на обрабатываемых сельскохозяйственной промышленностью полях, где мало органики, нужно вносить минеральные удобрения постоянно более 50 лет. Для дачных участков, где органики больше – более 100 лет. Но вот например, в фосфогипсе содержание фтора доходит иногда до 5% и если его 10 лет использовать на полях или на огородах, то употребляя в пищу выращенную на них продукцию можно заболеть флюорозом. В фосфогипсе содержание стронция доходит иногда до 2% и если его 10 лет использовать в качестве удобрения, то стронций вступает в конкурентные отношения с кальцием, замещая его в костных тканях.

Все эти опасные химикаты в настоящее время уже находятся в почве и соответственно в продуктах питания, которые продаются в наших магазинах.

Отметим, что органические удобрения легко сделают фосфор уже имеющийся в почвенном комплексе доступным для растений. Стоит лишь позаботиться о ризосфере растений.

Принимая во внимание бытующее мнение, что использование органических удобрений не может в полной мере компенсировать недостаток элементов минерального питания, возникающий вследствие выноса их с урожаем сельскохозяйственных культур, особенно в долгосрочной перспективе, можно согласиться, что применение небольших доз азотных удобрений, не дают того негативного эффекта как «большая химия». Однако с учетом сложившейся ситуации, альтернативы замены значительной доли минеральных удобрений на органические и органоминеральные видимо нет.

Такие задачи как биологизация и экологизация земледелия могут быть решены, например, путем использования биологически активных органических и органоминеральных удобрений на основе торфа, которые также называются гуминовыми препаратами.

Результаты исследования по увеличению содержания азота в торфяном удобрении после электрогидравлической обработки

№ место-рождения	NH ₄ (азот) на кг. сухого торфа						
	до обработки мг/кг	после электрогидравлической обработки					
		через 3–4 дня		через 14 дней		через 30 дней	
	мг/кг	мг/кг	%	мг/кг	%	мг/кг	%
№1	23,4	73,6	314,5	760,0	327,9	759,0	3243,6
№2	17,3	295,2	1706,4	1115,0	6445,1	1020,0	5898,2
№3	40,6	83,8	206,4	211,0	519,7	213,0	524,6

Выполнено в НИИ агропочвоведения Белорусской ССР в 1965 г. [10].

Органические вещества торфа состоят из гуминовых и фульво – кислот, битумов, целлюлозы, лигнина, а минеральная часть торфа в основном состоит из кремния, кальция, железа, алюминия и микроэлементов. Органическое вещество торфа и входящие в него гуминовые кислоты в значительной степени определяют плодородие почв, являясь источниками физиологически активных веществ, повышающих процессы жизнедеятельности живых организмов. Однако эти свойства проявляются только после соответствующих процессов разложения органического торфа и перехода ряда его соединений в доступное для усвоения растениями состояние. В природе этот процесс идет крайне медленно, поэтому применение торфа в чистом виде эффективно лишь при очень высоких дозах его внесения в почву, что экономически невыгодно (расходы на добычу, перевозку и внесение очень велики).

Таким образом, задача состоит в том чтобы «активировать» природный торф, переведя полезную органику и минеральные вещества в легкодоступную для растений форму. Основу данного процесса «активации» как правило, составляет процесс разрушения целлюлозной и лигниновой оболочки органической клетки содержащей в себе необходимые полезные вещества. Однако технологически этого добиться не так просто. На данный момент основными технологиями активации являются биохимическая (микробиологическая), термическая ультразвуковая (кавитационная) и электрогидравлическая.

По простоте исполнения, дешевизне и эффективности особо отличается *электрогидравлическая технология обработка торфа* (в настоящее время не заслуженно забытая и практически не используемая).

Электрогидравлическая обработка обладает многофакторным физико-химическим воздействием на сложные органические структуры и является перспективным методом его активации.

Данные методы описаны и запатентованы еще в СССР [6, 7, 8].

Для применения вышеуказанных методов используют электрогидравлические дробилки. Эта технология легла в основу промышленной установки для электрогидравлической обработки торфа с целью получения из него качественного органического удобрения, массы для дражирования семян различных сельскохозяйственных культур и высокодисперсной торфомассы, которая используется для нанесения на поверхность торфа для предохранения его от выдувания [9].

Электрогидравлически обработанный торф может быть использован в сельском хозяйстве в качестве органического удобрения, например для замены части минеральных удобрений используемых при применении безпахотной технологии no-till, т.к. полученное удобрение может применяться в жидкой форме, и не требует вспашки почвы в отличие от природного торфа. Также электрогидравлически обработанный торф может быть использован в микробиологической, бродильной и комбикормовой промышленности.

Исследования, проведенные на пяти видах торфа, показали, что в процессе электрогидравлической обработки торфа происходит его интенсивное диспергирование: содержание в нем частиц размером менее 250 мкм доходит до 80-90 %. Таким образом, описываемый метод обработки и полученный продукт могут быть отнесены практически к разряду нанотехнологий (принято считать что наночастицами являются частицы размером менее 100 мкм).

Проведенные эксперименты позволили установить, что массовое содержание питательных веществ и микроэлементов в электрогидравлически обработанном торфе резко изменяется в сравнении с исходным в сторону повышения. Так, массовое содержание аммиачного азота возрастает в зависимости от вида торфа в 1,4-4,5

раза, а водорастворимого органического вещества в 1,5-5 раз. Физико-химическими анализами определено, что при электрогидравлической обработке происходит гидролитическое дезаминирование свободных кислот. Экспериментально установлено, что свободное хранение электрогидравлически обработанного торфа при положительных температурах приводит на 10 – 15-й день хранения к резкому (в 5-10 раз) увеличению массового содержания в нем растворимых соединений азота МН за счет бактериального взрыва.

Это свидетельствует о том, что процессы, инициированные электрогидравлическим эффектом, продолжают еще определенное время и

после его прекращения, после чего состояние стабилизируется. Это подтверждается тем, что последующее длительное (3-5 мес.) хранение электрогидравлически обработанного торфа как при отрицательных, так и при положительных температурах не ухудшает приобретенных им свойств.

Таким образом, использование электрогидравлически обработанного торфа позволяет значительно снизить потребность в минеральных удобрениях, улучшить за счет дезодорирующего эффекта санитарно-гигиенические свойства почв и восстанавливаемость гумусного слоя почв, удешевить производство сельхозпродукции.

БИБЛИОГРАФИЯ

1. Постановление Правительства РФ от 20.02.2006 №99 (ред. от 27.12.2012) «О федеральной целевой программе «Сохранение и восстановление плодородия почв земель сельскохозяйственного назначения и агроландшафтов как национального достояния России на 2006-2010 годы и на период до 2013 года».
2. Говорина В.В., Виноградова С.Б. Минеральные удобрения и загрязнение почв тяжелыми металлами // Химия в сельском хозяйстве. 1991.-№3.
3. Белоус Н.М., Моисеенко Ф.В., Ратников А.Н. Влияние удобрений на содержание кадмия и свинца в клубнях картофеля // Химия в сельском хозяйстве. 1995.-№ 5.
4. Барышников И.И., Барышников В.И. Тяжелые металлы в окружающей среде проблема экологической токсикологии // Экологическая химия.-1997.-№6.
5. Machacek V. Kadmium v pude rostlinach // Agrochemia (Bratislava). 1983.-Vol.23,-№11.
6. Авторское свидетельство №354683 (СССР), «Способ получения удобренной почвы» / Л.А. Юткин, Л.И. Гольцова-Заявление №№946809/30-15 от 07.06.63, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, №20.
7. Авторское свидетельство №210190 (СССР), «Способ улучшения удобрительных свойств торфа» / Л. А. Юткин, Л.И. Гольцова-Заявление №949723/30-15 от 18.01.65, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, №2.
8. Авторское свидетельство №275028 (СССР), «Способ подготовки торфа для микробиологической, броидальной и комбикормовой промышленности» / Л.А. Юткин, Л.И. Гольцова-Заявление №1259290/28-13 от 16.07.68, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1983 год, №18.
9. Авторское свидетельство №950217 (СССР), «Установка для производства органического удобрения» / Л.А. Юткин, О.Н. Мельникова, Г.К. Лейкина и др.-Заявление №2918927/30-15 от 30.04.80, Опубликовано в Бюллетене изобретений, 1982 год, №30.
10. «Торф в биотехнологии» Наумова Г.В. / Минск: Наука и техника

REFERENCES

1. Postanovlenie Pravitel'stva RF ot 20.02.2006 №99 (red. ot 27.12.2012) «O federal'noi tselevoi programme «Sokhranenie i vosstanovlenie plodorodiya pochv zemel' sel'skokhozyaistvennogo naznacheniya i agrolandshaftov kak natsional'nogo dostoyaniya Rossii na 2006-2010 gody i na period do 2013 goda».
2. Govorina V.V., Vinogradova S.B. Mineral'nye udobreniya i zagryaznenie pochv tyazhelymi metallami // Khimiya v sel'skom khozyaistve. 1991.-№3.
3. Belous N.M., Moiseenko F.V., Ratnikov A.N. Vliyanie udobrenii na sodержanie kadmiya i svintsy v klubnyakh kartofelya // Khimiya v sel'skom khozyaistve. 1995.-№ 5.
4. Baryshnikov I.I., Baryshnikov V.I. Tyazhelye metally v okruzhayushchei srede problema ekologicheskoi toksikologii // Ekologicheskaya khimiya.-1997.-№6.
5. Machacek V. Kadmium v pude rostlinach // Agrochemia (Bratislava). 1983.-Vol.23,-№11.

6. Avtorskoe svidetel'stvo №354683 (SSSR), «Sposob polucheniya udobrennoi pochvy» / L.A. Yutkin, L.I. Gol'tsova-Zayavlenie №№946809/30-15 ot 07.06.63, Opublikovano v Byulletene izobretenii, 1983 god, №20.
7. Avtorskoe svidetel'stvo №210190 (SSSR), «Sposob uluchsheniya udobritel'nykh svoistv torfa» / L. A. Yutkin, L.I. Gol'tsova-Zayavlenie №949723/30-15 ot 18.01.65, Opublikovano v Byulletene izobretenii, 1983 god, №2.
8. Avtorskoe svidetel'stvo №275028 (SSSR), «Sposob podgotovki torfa dlya mikrobiologicheskoi, brodil'noi i kombikormovoi promyshlennosti» / L.A. Yutkin, L.I. Gol'tsova-Zayavlenie №1259290/28-13 ot 16.07.68, Opublikovano v Byulletene izobretenii, 1983 god, №18.
9. Avtorskoe svidetel'stvo №950217 (SSSR), «Ustanovka dlya proizvodstva organicheskogo udobreniya» / L.A. Yutkin, O.N. Mel'nikova, G.K. Leikina i dr.-Zayavlenie №2918927/30-15 ot 30.04.80, Opublikovano v Byulletene izobretenii, 1982 god, №30.
10. «Torf v biotekhnologii» Naumova G.V. / Minsk: Nauka i tekhnika