

## **ТЕХНОЛОГИЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПЛОДОРОДИЯ ДЕГРАДИРОВАННЫХ ПОЧВ ВЫРАБОТАННЫХ ТОРФЯНИКОВ НА ОСНОВЕ ПРИМЕНЕНИЯ УДОБРИТЕЛЬНО-МЕЛИОРИРУЮЩЕЙ СМЕСИ**

**Л.В. Кирейчева, д.т.н., В.М. Яшин, к.т.н., Всероссийский научно-исследовательский институт  
гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова**

*Предлагается для повышения потенциального плодородия деградированных, длительно используемых почв выработанных торфяников в рассматриваемой технологии внесение удобрительно-мелиорирующей смеси на основе сапропеля, обеспечивающей восполнение в почве устойчивого органического углерода, улучшение почвенной структуры, повышение урожайности и качества продукции.*

*Проведенные многолетние исследования в Рязанской области на почвах выработанных торфяников при возделывании многолетних трав показали высокую эффективность действия и последствия внесения УМС в повышении урожайности на 50 – 100% и более в различные годы. При этом наибольший прирост урожайности (более 200%) отмечен в особо засушливом 2010 г. За счет внесения УМС произошли улучшение агрохимических свойств почвы, восполнение энергетического состояния за счет поступления органического вещества и интенсификации процессов гумусообразования.*

*Ключевые слова:* почвы выработанных торфяников, технология, удобрительно-мелиорирующая смесь, сапропель, торф, микробные препараты, урожайность многолетних трав.

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.01

Исследования в различных регионах распространения и использования торфяных почв показывают, что длительная их эксплуатация приводит к потере генетических свойств, снижению плодородия и экологической устойчивости, для восстановления которых требуется осуществление комплексных мелиораций. Потеря плодородия обусловлена развитием процессов деградации почв, в том числе дегумификации. В целом по стране пахотные почвы с низким (менее 3%) содержанием органического вещества распространены в стране на 25,6 млн га, или составляют 26,3 % [1]. Это обусловлено, в том числе, недостаточными объемами внесения органических и минеральных удобрений. В процессе длительного использования исходно торфяные почвы утрачивают природные свойства за счет интенсивной минерализации органического вещества, что приводит к неблагоприятным последствиям – ухудшению агрохимических свойств, снижению мощности торфа и потере экологической устойчивости [2-4].

Традиционно для улучшения гумусного состояния деградированных почв используют внесение органических удобрений (навоза, торфа, различных компостов), разрабатывают специальные почвоулучшающие севообороты [5]. Применяют также нетрадиционные органические удобрения с использованием местных ресурсов (сапропелей, осадков сточных вод, вермикомпостов, биокомпостов, гуминовых препаратов, отходов сахарного производства и др.) [6-8].

Важным направлением в решении проблемы расширенного воспроизводства почвенного плодородия является разработка агромелиоративных приемов комплексного воздействия на формирующие его факторы. В качестве перспективного направления в решении этих задач рассматривается использование комплексных удобрений длительного действия. Во ВНИИГиМе разработаны перспективные удобрительно-мелиорирующие смеси на

основе сапропелей, торфа и отходов сахарного производства [8-10].

Основная цель исследований – разработать технологию повышения плодородия и экологической устойчивости длительно используемых почв выработанных торфяников на основе применения удобрительно-мелиорирующей смеси (УМС).

**Методика.** На первом этапе исследований была составлена схема подбора компонентов смеси, осуществлен выбор компонентов и разработан способ приготовления удобрительно-мелиорирующей смеси. При этом исходили из следующих предпосылок:

- наличие в составе УМС органического углерода как источника биологической энергии для восстановления запасов гумуса в почве;
- необходимость илистой фракции, обеспечивающей формирование органоминеральных комплексов в почве;
- требование создания устойчивой кислотно-щелочной буферной системы;
- интенсификация микробиологической активности в почве;
- экологическая безопасность продукта;
- наличие запасов доступного исходного сырья.

На втором этапе выполнены постановка и проведение многолетнего полевого деляночного опыта. Исследования по разработке УМС, постановке и проведению полевого опыта осуществлены совместно с О.Б. Хохловой, И.В. Беловой, С.В. Перегудовым и К.Н. Евсенькиным.

В предлагаемой технологии активизация процессов гумусообразования и регулирования водного и питательного режимов почв достигается путем внесения в почву удобрительно-мелиорирующей смеси на основе карбонатного сапропеля, в котором аккумулированы большие запасы природной энергии. Регулирование режима влажности почв осуществляется за счет осушения и орошения.

В качестве матрицы УМС используются карбонатные сапропели, характеризующиеся высоким содержанием карбоната кальция, гуминовых веществ и имеющие коллоидную структуру. Коллоидная структура, сформировавшаяся в почве сапропелем, позволяет повысить ее влагоемкость и способствует закреплению питательных биогенных элементов. Высокое содержание кальция в карбонатных сапропелях формирует особую устойчивую буферную систему  $\text{ГВ}-\text{CaCO}_3$  и обеспечивает наиболее благоприятную кислотность для активизации почвенной микрофлоры.

При создании УМС использовали метод, включающий активизацию гумуса сапропеля за счет специальной обработки и затем внесение органических материалов в виде торфа. Содержание органического вещества в УМС должно составлять не менее 45-50%. Для активизации трансформации органического вещества в смесь вносят композицию почвенных микроорганизмов (ЭМ-культура). Для обеспечения элементов питания растений, которых в условиях Мещеры недостаточно [11], требуется добавление необходимого количества макроэлементов.

Основными компонентами УМС являются карбонатный сапропель (озеро Неро, Ярославская обл.), торф (месторождение Марьино-Ласково, Рязанская обл.) и микробные препараты («НИВА ЭМ 1»). Карбонатные сапропели повышают в почве содержание стабильного органического вещества, характеризующегося длительным периодом минерализации, и обогащают почву коллоидными частицами, структурируя почву и увеличивая ее влагоемкость. Содержание органического вещества составляет до 40%, СаО – 15-52, общего азота 0,5-2,2, подвижного фосфора – 0,3-0,6%, емкость катионного обмена – 100-200 мг-экв/100 г.

Для обогащения УМС органическим веществом использовали торф. Это сохраняет кислотно-щелочную буферность сапропеля и увеличивает емкость за счет повышения содержания гуминовых веществ. Для сбалансированности состава питательных элементов в УМС добавляют минеральные удобрения, содержание элементов питания в УМС не должно превышать 5-6,5% действующего вещества NPK. Микробный препарат НИВА ЭМ 1 содержит фотосинтезирующие, молочно-кислые и азотфиксирующие бактерии, дрожжи, актиномицеты и ферментирующие грибы и выполняет комплексные функции разложения органического вещества, усиления пула почвенных микроорганизмов и подавления развития патогенных процессов [12]. Разработанная УМС имеет следующие агрохимические показатели: pH 6,6-7,3; содержание органического вещества 45-55 %; общего азота – 2,0-2,3;  $\text{P}_2\text{O}_5$  – 1,5-2,0;  $\text{K}_2\text{O}$  – 1,0-1,5 и кальция – 8,0-10,0 %.

Технологические схемы проведения работ начинаются с приготовления УМС. Промороженный сапропель, обработанный пероксидом водорода в соотношении 10:1 в пересчете на воздушно-сухое вещество, а также органическое вещество (торф), доведенные до влажности (60-65)%, смешивают с сапропелем в соотношении, обеспечивающем оптимальное значение pH 6,5-7,5, добавляют необходимые минеральные удобрения и укладывают смесь в бурт. При перемешивании смесь обрабатывают композицией почвенных микроорганизмов ЭМ-культуры в количестве 1 л раствора на 1 т смеси при влажности 60-65% и температуре 22-24 °С. Смесь оставляют созреть 1 нед, затем после повтор-

ного перемешивания – еще 2 нед при температуре не выше 30 °С. Свежеприготовленная смесь имеет гомогенную структуру и темно-коричневую окраску.

Опытно-производственная апробация технологии восстановления плодородия длительно используемых почв выработанных торфяников осуществлена при постановке полевого вегетационного деляночного опыта, заложенного в 2005 г., на мелиоративной системе «Тинки-2» в ОПХ «Полково» Рязанской области, построенной в 1961-1962 гг. и расположенной в западной части Мещерской низменности.

Опыт проводят на делянках размером 7,5 м x 15,0 м в трехкратной повторности в трех вариантах: 1 – внесение УМС в дозе 10 т/га, 2 – контроль с орошением, 3 – контроль без орошения.

Внесение УМС было однократным. Методика исследований включала изучение почвенных агрофизических и агрохимических характеристик, фенологические наблюдения, наблюдения за погодными условиями (с использованием автоматической метеостанции), снегомерную съёмку, определение химического состава и глубины грунтовых вод. Режим влажности почвы контролировали термостатно-весовым методом и с помощью электрометрического влагомера. Определяли биометрические показатели тимовеечно-костречевой смеси и качество многолетних трав, их урожайность, а также распределение корневой системы растений по глубине почвенного профиля.

**Результаты и их обсуждение.** Почвенный покров на участке, исходно представленный торфяными почвами на аллювиальных песках, в результате мелиоративного строительства и длительного сельскохозяйственного использования трансформировался в среднемощный агрозём светло-серый супесчаный слабogleеватый в глеевом горизонте с 80-110 см [4]. Открытая сеть дренажных каналов изменила водный режим почвенного покрова, выражающийся наличием водного стресса в жаркие засушливые периоды, что определило необходимость орошения. Почва характеризуется следующими показателями: мощность темноцветного гумусированного горизонта – 25-35 см, плотность твердой фазы пахотного горизонта – 2,33-2,7 т/м<sup>3</sup>, плотность сложения пахотного горизонта – 0,6-1,06 т/м<sup>3</sup>, содержание частиц размером менее 0,05 мм – 3,0-8,5 %,  $\text{pH}_{\text{KCl}}$  – 5,9-6,2, содержание органического вещества – 6,9-7,2 %, общего азота – 0,4 %, фосфора ( $\text{P}_2\text{O}_5$ ) – 16,8 мг/100 г, калия ( $\text{K}_2\text{O}$ ) – 18,6 мг/100 г, зольность – 40 %.

Во всех вариантах применяли региональный агротехнический фон минеральных удобрений. Глубина грунтовых вод в течение вегетационного периода изменяется от 0,4-0,6 до 1,1-1,9 м. В пределах опытных делянок величина pH грунтовых вод составляет 6,2-7,1, а электропроводность изменяется от 263 до 467 мкСм/см. Электропроводность коллекторно-дренажного стока с мелиорируемого массива изменяется по сезонам от 105 до 250 мкСм/см. Детальные исследования проведены в течение первых четырех лет, а в последующем определяли только урожайность.

В вегетационные периоды 2006-2008 гг. для регулирования водного режима использовали орошение с применением дождевального комплекта КИ-5 конструкции ВНПО «Радуга». Поливы назначали при снижении влажности ниже 75-80 % НВ. В последующий период по техническим причинам орошение не использовали.

В 2005 г. на делянках возделывали вико-овсяную смесь, а в 2006 г. посеяли смесь злаковых многолетних трав – тимофеевки и костреца. С 2009 г. участок функционирует в режиме залежи.

Опыт показал высокую эффективность технологии восстановления плодородия деградированных почв с применением УМС, что позволило форсированно и устойчиво увеличить урожайность многолетних злако-

вых трав в течение длительного периода. За три года в опытном варианте средняя урожайность сена тимофеечно-кострецовой смеси составила 9,97 т/га (табл. 1), что превышает вариант контроля с орошением на 72%, а без орошения на 202 %. Сравнение контрольных вариантов показывает высокую эффективность орошения в данной зоне.

**1. Динамика урожайности сена тимофеечно – кострецовой смеси на опытном участке, т/га**

Вариант опыта	2006 г. (2-й год после внесения)			2007 г. (3-й год после внесения)			2008 г. (4-й год после внесения)			За три года	
	Укос		Всего	Укос		Всего	Укос		Всего	Всего	В среднем
	1-й	2-й		1-й	2-й		1-й	2-й			
УМС	5,85	5,08	10,93	5,08	4,08	9,16	5,42	4,41	9,83	29,92	9,97
Контроль с орошением	3,58	3,14	6,72	3,16	2,14	5,3	3,23	2,21	5,44	17,46	5,8
Контроль без орошения	-	-	-	2,27	1,03	3,33	2,12	1,09	3,21	6,54	3,3

Энергетическая эффективность действия УМС была также оценена через прирост биоэнергетического потенциала органического вещества почвы. В течение первых двух лет в опытном варианте наблюдалось увеличение энергии, накопленной в почвенном гумусе в среднем на 8 % по сравнению с контролем. За счет интенсификации гумусообразования в течение двух лет биоэнергетический потенциал возрос с 786 до 855 ГДж/га в варианте с УМС.

Качество травосмеси оценивали по урожаю сена 2007 г. По всем стандартным показателям химического состава (содержание сухого вещества, сырого протеина, сырой клетчатки и сырой золы) и питательности корма (кормовые единицы, обменная энергия, переваримый протеин, кальций и фосфор) он относится к первому классу или близко к нему. Показатели качества полученной продукции значительно превышают типовые региональные значения. Выход кормовых единиц и обменной энергии составил: для УМС – 6,23 т/га и 80,9 ГДж/га, на контроле – 3,55 т/га и 47,1 ГДж/га.

Высокая эффективность воздействия УМС на продукционные процессы подтверждается результатами изучения развития корневой системы растений. Масса корней (в 2007 г.) составила: для УМС-14,28 т/га, для контроля с орошением – 5,03 т/га, контроля без орошения – 4,81 т/га. Прирост биомассы в корневой зоне существенно способствует обогащению почвы органическим веществом.

Анализ динамики прироста урожайности в последующий период показал устойчивую эффективность последствий внесения УМС. Повышение прироста урожайности (по сравнению с контролем) наблюдается в течении 6 лет (63-227%), в последующий период происходит снижение прироста. Наибольшее его значение отмечалось в острозасушливом 2010 г. В то же время оценка урожайности многолетних трав, выполненная в 2017 г., не показала существенной разности между вариантами опыта.

Рекомендуемый технологический процесс внесения в почву УМС, обеспечивающий повышение плодородия длительно используемых почв выработанных торфяников, осуществляется на основе использования машин и механизмов, применяемых для внесения твердых органических удобрений (табл. 2).

**Заключение.** Исследования по применению технологии восстановления плодородия деградированных длительно используемых почв выработанных торфяников на основе внесения УМС показали ее высокую эф-

фективность в повышении урожайности сеяных многолетних трав, являющейся основным показателем почвенного плодородия, и прироста биоэнергетического потенциала органического вещества почвы. Наибольшее значение прироста урожайности отмечается на 6-й год после внесения УМС. Длительность последствий составляет более 8 лет. В то же время на 13-м году существенного отличия урожайности по вариантам не выявлено.

**2. Технологическая карта внесения в почву УМС для восстановления деградированных почв выработанных торфяников**

Операция	Технологические параметры	Технические средства
1. Предварительная обработка почвы	Вспашка, выравнивание поверхности почвы	Плуг, планировщик ПЭ-3,0
2. Внесение УМС	Равномерное разбрасывание на поверхность почвы	Разбрасыватели минеральных удобрений МВУ-8Б, РУМ-8, АРУП-8, МВМ-10
3. Обработка почвы после внесения смеси	Дискование в два следа, глубокое фрезерование	Борона БДТ-3,0, Фреза ФБ-2,0, ФБН-1,5
4. Полив раствором с ЭМ-культурой	Дождевание с интенсивностью не более 0,6 мм/мин	Переносная шланговая установка АГРОС-32. Комплект ирригационный КИ – 5
5. Посев сельскохозяйственной культуры и последующие операции выполняют в соответствии с требованиями применяемой агротехнологии зональными рекомендациями		

#### Литература

1. Доклад о состоянии и использовании земель сельскохозяйственного назначения в Российской Федерации в 2016 году. – М.: Росинформагротех, 2018 – 240 с.
2. Маслов Б.С., Минаев И.В. Мелиорация и охрана природы. – М.: Россельхозиздат, 1985. – 271 с.
3. Аношко В.С., Зайко С.М., Вашкевич Л.В., Бачила С.С. Сравнительная продуктивность осушенных торфяных и постторфяных почв Белорусского Полесья / Материалы Международной научно-практической конференции «Приемы повышения плодородия почв и эффективности удобрений». – Горки, 2009. – С. 5-7.
4. Томин Ю.А., Мажайский Ю.А., Евсенькин К.Н. Агроантропогенная деградация торфяных почв Мещерской низменности и мероприятия по повышению их экологической устойчивости // Эколого-экономическое обоснование мелиорации торфяно-болотных комплексов и технологии их рационального использования/ Под общей редакцией проф. Ю.А. Мажайского. – Рязань, 2012. – С. 97-120.
5. Научные основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий России и формирование систем воспроизводства их плодородия в адаптивно-ландшафтном земледелии: Т.1. Теоретические и методические основы предотвращения деградации почв (земель) сельскохозяйственных угодий. Коллективная монография. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2013. 756 с.

6. Мерзлая Г.Е. Нетрадиционные органические удобрения // Плодородие. – 2005. – №2. – С. 23-25.
7. Касатиков В.А., Шебардина Н.П. Последствие биологически модифицированных компостов на агрохимический состав почвы, макроэлементный состав зерновых культур и урожайность / Системы использования органических удобрений и возобновляемых ресурсов в ландшафтном земледелии: Сб. докл. научн.-практ. конф. Т.2. – Владимир, 2013. – С. 36-41.
8. Кирейчева Л.В., Шилова Е.Ю. Влияние новой удобрительно-мелиорирующей смеси из отходов сахарного производства на почвенное плодородие // Вестник РАСХН. – 2013. – №1. – С. 45-47.

9. Кирейчева Л.В., Юрченко И.Ф., Яшин В.М. Научные основы создания и управления мелиоративными системами в России/ Под научной редакцией доктора технических наук, профессора Кирейчевой Л.В. – М: ВНИИА. 2017. – 296 с.
10. Кирейчева Л.В., Яшин В.М. Эффективность применения органоминеральных удобрений на основе сапропеля // Агрохимический вестник. – 2015. – №2. – С. 37-40.
11. Крештапова В.Н., Семенов Н.А., Чекин Г.В. Рекомендации по сельскохозяйственному использованию торфяных почв Московской области. – М., 2012. – 52 с.
12. Климова М.А. ЭМ-технология. А на земле быть добру. – Ярославль, 2003. – 26 с.

## TECHNOLOGY ON THE SOIL FERTILITY RECLAMATION FOR THE OF DEGRADED PEATLANDS WITH THE USE OF FERTILIZING-MELIORATIVE MIXTURES

L.V. Kireycheva, V.M. Yashin

Kostyakov All-Russian Research Institute of Hydraulic Engineering and Land Reclamation,  
Bolshaya Akademicheskaya ul. 44, 127550 Moscow, Russia, E-mail: vniigimjashin@mail.ru

*In order to increase the potential fertility of the degraded soils of developed peatlands fertile-ameliorative mixture (UMS) on the base of sapropel, providing replenishment of sustainable organic carbon, better soil structure, high quality crop yields is proposed. Long-term research in the developed peatlands under cultivation of perennial grass in Ryazan region showed high efficiency of UMS in crop productivity being increased by 50-100%.*

*Thus the greatest increase in crop productivity (more than 200%) occurred in the extreme dry year – 2010. UMS application resulted in better agrochemical properties of soil as well energy status due to the increase of organic substance and intensification of humus formation.*

*Keywords: soils of the developed peatlands, technology, fertile-ameliorative mixture, sapropel, peat, microbial preparations, yield of perennial grasses.*

УДК 631.861:895

## НОВОЕ ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОЕ УДОБРЕНИЕ КАК СРЕДСТВО ОПТИМИЗАЦИИ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ И АГРОФИЗИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ЛЕГКИХ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ

А.И. Иванов, д.с.-х.н., чл.-корр. РАН, АФИ, СЗЦППО, Ж.А. Иванова, к.с.-х.н. АФИ  
E-mail: [ivanovai2009@yandex.ru](mailto:ivanovai2009@yandex.ru). Тел.: +7 (911) 082-57-81. E-mail: [ivanovai2009@yandex.ru](mailto:ivanovai2009@yandex.ru).  
195220, Санкт-Петербург, Гражданский просп., д. 14 тел. 8-911-082-57-81

*Представлены результаты исследований по комплексной оценке нового органоминерального удобрения на основе куриного помёта. Установлены его высокая агрономическая эффективность при трёхкратном за ротацию внесении в малых и средних дозах (окупаемость 1 кг NPK от 6,8 до 11,6 з.е.), а также способность останавливать развитие деградационного процесса в затронутой им почве. Существенные позитивные изменения агрофизических и физико-химических свойств почвы достигались применением высоких доз ОМУ (разовых – 7-10 т/га, среднегодовых – 3,3-5,7 т/га). На их фоне за 3 года обеспечивалось увеличение коэффициентов структурности и водопрочности структуры, соответственно, в 2,7 и 1,5 раза, показателей влагоёмкости – на 1,7%, рН<sub>KCl</sub> – на 0,47 ед., суммы обменных оснований – на 0,58 ммоль(экв)/100 г при уменьшении показателя средней плотности почвы на 0,04 г/см<sup>3</sup>.*

*Ключевые слова: почва, агрофизические свойства, физико-химические свойства, деградация, органоминеральное удобрение, доза, эффективность.*

DOI: 10.25680/S19948603.2018.104.02

Практически четверть века значительная часть дерново-подзолистых почв пахотных угодий Нечерноземья подвержена деградации [1, 2, 13, 14]. Результаты длительных исследований показывают, что наиболее критичные последствия наблюдаются здесь из-за утраты обменных соединений кальция и калия [5, 7, 9]. С этим напрямую связаны разрушение почвенной структуры, ухудшение водно-воздушных, теплофизических свойств, снижение водопроницаемости почвы, и, как следствие, сокращение продуктивности земледелия, ухудшение качества товарной продукции и кормов, обострение рисков в условиях роста повторяемости погодно-климатических аномалий [2, 8]. Предотвратить это без увеличения современных объёмов применения органических и минеральных удобрений нереально [1,

2, 13]. Однако, главный источник органических удобрений – фермы крупного рогатого скота, а они в массе ликвидированы. Применение минеральных удобрений и извести, вероятно, ещё долгое время будут лимитировать цены. Поэтому в последние годы, на фоне интенсивного развития птицеводства, учёные обращают внимание на необходимость более полного использования птичьего помёта [6, 10]. Однако к применению помёта в качестве удобрения предъявляют жёсткие экологические требования [10, 11]. Обязательна его предварительная подготовка, обеспечивающая благоприятные технологические и санитарно-гигиенические свойства. Нельзя не учитывать вероятность некоторых экологических издержек при его использовании [3, 4].