

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОКУЛЬТУРИВАНИЯ ПОЧВ БЕЛАРУСИ

Я. К. КУЛИКОВ¹⁾, Е. Е. ГАЕВСКИЙ¹⁾, Д. О. КАЗАКОВ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет, пр. Независимости, 4, 220030, г. Минск, Республика Беларусь

Коренное улучшение осушенных торфяных и минеральных почв может быть достигнуто на основе оптимизации их гранулометрического состава. Эта задача решается путем землевания и торфования улучшаемых почв, что изменяет направленность почвообразовательных процессов, обуславливая усиленную гумификацию органического вещества и образование органо-минеральных комплексов, обладающих биохимической устойчивостью к минерализации. Это, в свою очередь, обеспечивает более экономное и эффективное использование осушенных торфяников в сельском хозяйстве, что имеет важное народно-хозяйственное значение. Результаты проведенных исследований направлены на решение важной народно-хозяйственной задачи, связанной с эффективным и эколого-безопасным использованием осушенных земель на основе их коренного улучшения путем землевания и торфования. В отличие от традиционных мелиоративных мероприятий такой подход позволяет в короткие сроки решить проблему повышения плодородия почв и существенно увеличить урожайность сельскохозяйственных культур.

Ключевые слова: торфяные почвы; минеральные почвы; окультуривание; землевание; торфование.

AGROBIOLOGICAL PECULIARITIES OF SOIL CULTIVATION IN BELARUS

Y. K. KULIKOV^a, E. E. GAEVSKII^a, D. O. KAZAKOV^a

^aBelarusian State University, Nezavisimosti avenue, 4, 220030, Minsk, Republic of Belarus

The radical improvement of drained mineral and peat soil can be achieved by optimization of their gradation. It can be realized by bringing in soil and peat that changes the directivity of the soil-creative processes toward escalated humification of organic material and formation of organic-mineral complexes possessing biochemical resistance to mineralization. This in turn provides more economical and efficient use of drained peatbogs in agriculture that has importance for national economy. The results of the studies carried out are

Образец цитирования:

Куликов Я. К., Гаевский Е. Е., Казаков Д. О. Агроэкологические особенности окультуривания почв Беларуси // Вестн. БГУ. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2016. № 3. С. 53–59.

For citation:

Kulikov Y. K., Gaevskii E. E., Kazakov D. O. Agrobiological peculiarities of soil cultivation in Belarus. *Vestnik BGU. Ser. 2, Khimiya. Biol. Geogr.* 2016. No. 3. P. 53–59 (in Russ.).

Авторы:

Ярослав Константинович Куликов – доктор биологических наук; профессор кафедры общей экологии и методики преподавания биологии биологического факультета.

Евгений Евгеньевич Гаевский – ассистент кафедры общей экологии и методики преподавания биологии биологического факультета.

Денис Олегович Казаков – соискатель кафедры общей экологии и методики преподавания биологии биологического факультета.

Authors:

Yaroslav Kulikov, doctor of science (biology); professor at the department of general ecology and methods of biology teaching, faculty of biology.

Eugene Gaevskii, assistant at the department of general ecology and methods of biology teaching, faculty of biology. gaevski@rambler.ru

Denis Kazakov, competitor at the department of general ecology and methods of biology teaching, faculty of biology.

directed on resolving of national economy problems, connected with efficient and environmentally safety usage of the drained lands on the base of their radical improvement by bringing in peat and soil. Unlike traditional reclamation works this approach allows solving the problem of fertility increasing of soil and radically enlarges the productivity of the agricultural cultures in short periods.

Key words: peat soil; mineral soil; soil improvement; adding peat; making clay.

Почвы легкого гранулометрического состава – песчаные и рыхлосупесчаные, развивающиеся на мощных песках, или с глубоким (более 1 м) подстиланием водоупорных пород на маломощных (до 0,5 м) рыхлых супесях, подстилаемых песками, в автоморфных условиях обладают благоприятным воздушным и тепловым режимами. Но эти почвы бедны гумусом, азотом, зольными элементами питания и являются низкоплодородными. Тяжелые по гранулометрическому составу почвы – глинистые, тяжело-суглинистые, развивающиеся на глинах и тяжелых суглинках разной мощности, напротив, содержат больше гумуса и питательных элементов, но обладают высокой влагоемкостью и плохой аэрацией, что не позволяет эффективно использовать их в сельском хозяйстве [1, 2].

Осушенные торфяные почвы характеризуются неблагоприятными водно-физическими свойствами и быстрой минерализацией органического вещества. Усиленная минерализация органического вещества в процессе сельскохозяйственного использования осушенных торфяных почв приводит не только к уменьшению его запасов, но и к полному исчезновению торфа [3].

На мелкозалежных торфяниках для успешного возделывания сельскохозяйственных культур и снижения минерализации органического вещества используют минеральные добавки, извлекаемые из подстилаемого горизонта путем глубокой вспашки специальными плугами. Однако последний прием может быть применен лишь на мелкозалежных или выработанных торфяниках, подстилаемых песками. В целях более бережного и экономного использования осушенных торфяных почв в сельском хозяйстве рекомендуется улучшать их водно-физические и агрохимические свойства путем внесения высоких доз минерального грунта. Это приводит к формированию высокоплодородного пахотного горизонта с высокой сорбционной емкостью, что замедляет минерализацию торфа и создает условия для лучшего использования растениями влаги.

Оптимизированные торфяные и минеральные почвы обеспечивают получение высоких и стабильных урожаев сельскохозяйственных культур как при нормальных, так и экстремальных погодных условиях, что свидетельствует об их высокой экологической устойчивости. На таких почвах без ограничения можно возделывать пропашные, овощные, зерновые и другие культуры. При этом возрастает устойчивость данных культур, снижается их заболеваемость, пораженность вредителями и болезнями, что приводит к значительному сокращению применения химических средств защиты растений. Оптимизация торфяных почв методом землевания резко снижает интенсивность биохимической минерализации торфа, устраняет микропестроту почвенного покрова, повышает эффективность минеральных удобрений, улучшает микроклимат, существенно уменьшает вредное влияние весенних и летних заморозков, является экологически обоснованным мероприятием. Она значительно улучшает окружающую среду, позволяет рационально использовать отвалы, терриконы и валы смесей почвогрунтов, образующиеся при строительстве зданий, дорог, карьеров и шахт для добычи полезных ископаемых, существенно увеличивает окультуренность и плодородие почв, снижает накопление нитратов, радионуклидов и других тяжелых металлов в растениеводческой продукции. В отличие от традиционных мелиоративных мероприятий оптимизация дает возможность в более короткие сроки решить задачу коренного улучшения свойств почв и вовлечь новые земли в сельскохозяйственный оборот в качестве высокопродуктивных угодий.

Оптимизация торфяных почв с помощью землевания является эффективным мелиоративным мероприятием по регулированию биологической активности. Минеральные компоненты коренным образом изменяют среду обитания почвенных микроорганизмов, вызывают их перегруппировку в качественном и количественном отношении, в результате чего снижается интенсивность минерализации органического вещества. Это способствует более экономному и производительному использованию торфяных почв в культуре [4].

Высокая эффективность агротехнологии оптимизации торфяных и песчаных почв достигается в условиях, когда в качестве мелиорантов используются местные материалы и агроруды: снятый и складированный гумусовый горизонт почв при строительстве зданий, дорог, промышленных объектов и карьерных разработок; торф, выбранный при строительстве водохранилищ или оставшийся после торфоразработок; земляные и торфяные валы при проведении культуртехнических работ на мелиоративных объектах; местные известковые материалы. Оптимизация почв – мера разовая, но срок ее действия рассчитан на многие десятки лет. В дальнейшем необходимо предусматривать ежегодные агротехнические мероприятия, направленные на стабилизацию установившихся оптимальных свойств

почв. Разработанная агротехнология оптимизации почв применяется при восстановлении плодородия нарушенных разработками торфяных земель, при коренной реконструкции устаревших мелиоративных систем, в пригородных овощеводческих и тепличных хозяйствах, садово-огородных объединениях [5].

Материал и методы исследований

Сущность оптимизации торфяных и минеральных почв заключается в том, чтобы создать искусственный пахотный горизонт, аналогичный таковому дерново-карбонатных легкосуглинистых почв со следующими параметрами: мощность – 30 ± 5 см, содержание физической глины – 25 ± 5 %, органического вещества – 6 ± 2 %, в том числе 4 ± 1 % гумуса, с полевой влагоемкостью около 40 ± 5 %, объемной массой $0,9-1,0$ г/см³, рН в КСl – 6,0–6,5, с содержанием подвижных форм фосфора и калия 25–30 мг в 100 г почвы. Без существенных отклонений следует выдерживать содержание физической глины, гумуса и агрохимические показатели. Оптимизация осушенных торфяных почв достигается разовым внесением связанной супеси мощностью 15 см (2250 т/га), в составе которой 17–18 % физической глины, и припашкой 15 см пахотного горизонта (торфа), содержащего 80 % органического вещества, в том числе 50 % гумуса. Вместо супеси можно вносить расчетное количество других пород – суглинка, глины, песка: например, 7 см (1000 т/га) суглинка, содержащего 35 % физической глины, 8 см песка (1360 т/га), в котором 5 % составляет физическая глина [6].

Окультуривание дерново-подзолистой песчаной почвы проводили путем внесения торфонавозного компоста в дозе 200 т/га и суглинка в дозах 100, 200, 300 и 400 т/га.

Результаты исследований и их обсуждение

Оптимальные параметры песчаной почвы формируются при внесении 200–400 т/га суглинка и 200 т/га торфонавозного компоста и припашкой минерального грунта, который обеспечивает создание почвенного горизонта мощностью 25–30 см. Оптимизация агрохимических свойств почвы и улучшение ее гранулометрического состава достигаются внесением больших доз торфонавозного компоста и перемешиванием его с суглинком путем многократных обработок. Суглинок вносился на песчаную почву не только в целях улучшения водно-физических свойств, но и для активизации синтеза гуматов кальция, что способствует созданию устойчивых гумусовых веществ.

Дифференцированные дозы внесения плодородного слоя минеральных почв и торфонавозного компоста устанавливаются упрощенно в зависимости от типов почвообразования и гранулометрического состава почв по данным таблицы. Разовое внесение на дерново-подзолистые песчаные и рыхлосупесчаные почвы торфонавозного компоста слоем 15 см (300 т/га) и припашка песка или рыхлой супеси на 10 см обуславливают оптимальный уровень плодородия этих земель. Такая же закономерность достигается и при оптимизации дерново-подзолистых связносупесчаных и легкосуглинистых почв при внесении компоста 15 см (300 т/га) и припашке почвенного горизонта на 15–20 см. При высоком содержании пылеватых частиц (более 40 %) в суглинистые почвы можно вносить песок, который обеспечивает более благоприятные условия водно-воздушного режима [7].

Для более точного расчета объема вносимых минеральных грунтов и торфа в оптимизируемые почвы в целях создания легкосуглинистого пахотного горизонта используется следующая формула:

$$A_1 = \frac{M_{\text{п}} \cdot Y_{\text{п}} \cdot A_{\text{п}} + M_{\text{в}} \cdot Y_{\text{в}} \cdot A_{\text{в}}}{M_{\text{п}} \cdot Y_{\text{п}} + M_{\text{в}} \cdot Y_{\text{в}}},$$

где A_1 – содержание физической глины в создаваемом пахотном горизонте, %; $M_{\text{п}}$ – мощность припахиваемого торфа (грунта), см; $Y_{\text{п}}$ – плотность припахиваемого торфа (грунта), г/см³; $A_{\text{п}}$ – содержание физической глины в припахиваемом торфе (грунте), %; $M_{\text{в}}$ – мощность слоя минерального грунта (торфа) на поверхности торфа (грунта), см; $Y_{\text{в}}$ – плотность минерального грунта (торфа), г/см³; $A_{\text{в}}$ – содержание физической глины в минеральном грунте (торфе), %.

Пользуясь этой формулой, осуществляют подбор мощности слоя минерального грунта и припахиваемого торфа при условии, что содержание физической глины будет колебаться в пределах $20\% < A_1 < 30\%$. Для наглядности приводится пример расчета для получения оптимального содержания физической глины в создаваемом пахотном горизонте (A_1). Припахивается слой торфа ($M_{\text{п}}$) 15 см с плотностью ($Y_{\text{п}}$) 0,2 г/см³ с содержанием физической глины ($A_{\text{п}}$) 75 %. Вносится слой супеси ($M_{\text{в}}$) 10 см с плотностью ($Y_{\text{в}}$) 1,5 г/см³ и содержанием физической глины ($A_{\text{в}}$) 15 %. Мощность вспахиваемого слоя $15 + 10 = 25$ см.

$$A_1 = \frac{15 \cdot 0,2 \cdot 75 + 10 \cdot 1,5 \cdot 15}{15 \cdot 0,2 + 10 \cdot 1,5} = 25.$$

Рекомендуемые дозы внесения торфонавозного компоста и минерального грунта для оптимизации дерново-подзолистых и торфяных почв

Операции и результаты	Мощность и объем добавок		Объемная масса добавок, г/см ³	Вес добавок абсолютно сухого вещества, т/Га	физической глины		Количество добавок					
	см	м ³ /Га			т/Га	%	органического вещества		т/Га	%	в том числе гумуса	%
							всего	т/Га				
I. Дерново-подзолистые песчаные и рыхлосупесчаные почвы												
Внесение торфонавозного компоста	15	1500	0,2	300	225	75	240	80	150	50		
Внесение суглинка	5	500	1,5	750	340	45	–	–	–	–		
Припахивание песка или рыхлой супеси	10	1000	1,67	1700	119	7	51	3	34	2		
Оптимизированная почва	30	3000	0,92	2750	684	25	291	10	184	6,7		
II. Дерново-подзолистые связносупесчаные почвы												
Внесение торфонавозного компоста	15	1500	0,2	300	225	75	240	80	150	50		
Припахивание супеси	15	1500	1,5	2250	405	18	45	2	45	2		
Оптимизированная почва	30	3000	0,85	2550	630	25	285	11	195	7,6		
III. Дерново-подзолистые легкосуглинистые почвы												
Внесение торфонавозного компоста	15	1500	0,2	300	225	75	240	80	150	50		
Припахивание суглинка	20	2000	1,5	3000	690	23	90	3	60	2		
Оптимизированная почва	35	3500	0,94	3300	915	28	330	10	210	6,4		
IV. Торфяные почвы низинного типа												
Внесение супеси	15	1500	1,5	2250	405	18	–	–	–	–		
Припахивание торфа	15	1500	0,2	300	225	75	240	80	150	50		
Оптимизированная почва	30	3000	0,85	2550	630	25	240	9,4	150	5,9		

Расчет неоптимального содержания физической глины осуществляется следующим образом. Припахивается слой торфа (M_n) 15 см с плотностью (Y_n) 0,2 г/см³ и содержанием физической глины (A_n) 50 %. Вносится слой супеси (M_b) 10 см с плотностью (Y_b) 1,5 г/см³ и содержанием физической глины (A_b) 12 %. Подставляя известные данные в вышеприведенную формулу, производим следующие расчеты:

$$A_1 = \frac{15 \cdot 0,2 \cdot 50 + 10 \cdot 1,5 \cdot 12}{15 \cdot 0,2 + 10 \cdot 1,5} = 18,3.$$

Оптимизацию минеральных и торфяных почв следует проводить в звене севооборота «картофель – ячмень – многолетние травы». Это необходимо для ускоренного формирования органоминерального поглощающего комплекса, который позволяет создать уже в первые три года пахотный горизонт с новыми качественными показателями, отвечающими высокой поглотительной способности. Лучшей исходной культурой является картофель, который дает хороший урожай при высокой заправке почвы удобрениями и обеспечивает в течение первого года равномерное перемешивание минеральных и органических частиц. В первый год оптимизации песчаной почвы под картофель необходимо внести 200 т/га торфонавозного компоста в целях активизации микробиологической деятельности почвы и 200–300 т/га суглинка для создания прочных органоминеральных комплексов, азота – 20 кг/га, фосфора – 40, калия – 80 кг/га. На торфяные почвы вносится 1500–2250 т/га связной супеси, 10 т/га компоста, азота – 30 кг/га, фосфора – 60, калия – 120 кг/га. На второй год после оптимизации высевается ячмень или аналогичная по свойствам культура с подсевом многолетних трав по фону фосфора – 40 кг/га, калия – 80 кг/га. Азотные удобрения не вносят, так как они создают условия для полегания растений и снижают продуктивность и качество зерна. При выращивании зерновой культуры на второй год практически создается равномерный органоминеральный пахотный горизонт. Однако формирование органоминерального легкосуглинистого комплекса протекает медленно, и, чтобы ускорить этот процесс, необходимо в течение четырех-пяти лет выращивать многолетние травы, под влиянием которых замедляется минерализация торфа и в то же время создается почвенно-поглощающий комплекс, соответствующий оптимальным параметрам агрохимических свойств. Под травы 1–5-го года использования ежегодно вносят азота – 40 кг/га, фосфора – 80, калия – 120 кг/га. Начиная со второго года после проведенной оптимизации минеральные удобрения вносят в соответствии с потребностью возделываемых культур, а почву при необходимости нейтрализуют для поддержания оптимальной реакции среды.

В условиях современного интенсивного земледелия все большее значение приобретают вопросы повышения плодородия почв путем обогащения их органическим веществом и улучшения на этой основе структуры почвенного микробиологического разнообразия. Ускоренная минерализация свежего органического вещества и возникновение его дефицита в почвах приводят к увеличению микробиологической нагрузки на гумус, более интенсивному его разложению и в конечном итоге к широкому развитию глобальных процессов деградации гумуса почв. Уменьшение содержания органического вещества в почвах ведет к ослаблению их санитарных функций, разрушению структуры, развитию уплотнения, серьезным нарушениям водно-воздушного и питательного режима почв и в целом к снижению их плодородия.

Между плодородием и биологическими процессами, протекающими в почве, существует тесная связь. Разложение и превращение различных органических и минеральных веществ в почве немыслимы без участия микроорганизмов.

В окультуренной песчаной почве при внесении высоких доз торфонавозного компоста и суглинка значительно увеличивается численность всех изучаемых групп микроорганизмов, повышается их биологическая активность и связанное с ней плодородие. Внесение компоста в песчаную почву стимулирует развитие бактерий круговорота азота. В частности, численность азотобактера в оптимизированной песчаной почве возрастает в 3 раза, в результате улучшается азотное питание растений, что имеет важное значение для легких минеральных почв. Увеличение численности аммонифицирующих и нитрифицирующих бактерий обеспечивает минерализацию внесенного компоста и содержащихся в почве других органических веществ, освобождение азота и превращение его в аммонийные и нитратные соединения [8].

О накоплении в песчаной почве подвижного азота свидетельствует активное развитие бактерий, потребляющих минеральный азот, численность которых увеличивается в оптимизированной почве в 3 раза. Надо полагать, что увеличение общего содержания микроорганизмов в окультуренной песчаной почве является одним из мощных факторов, обеспечивающих ее высокое плодородие.

Активность целлюлозоразрушающей микрофлоры песчаной почвы возрастает на 60–70 % по мере увеличения доз суглинка. Самая высокая активность целлюлозоразрушающих микроорганизмов обнаруживается под картофелем. Под многолетними травами степень разложения клетчатки понижается более чем в 2 раза. Промежуточное положение занимают зерновые культуры (ячмень), где на контроле

разложение клетчатки составляет 36 % исходного веса. С увеличением доз вносимого суглинка разложение клетчатки ускоряется и достигает максимальной величины (54 %) на варианте, где суглинок применялся в дозе 400 т/га.

Микробиологические процессы в окультуренной песчаной почве протекают наиболее активно в пахотном горизонте, где значительно возрастает общая численность микроорганизмов. Снижение активности микроорганизмов начиная с глубины более 30 см объясняется уменьшением запаса органических соединений и ухудшением водно-воздушного режима почвы.

Таким образом, структура микробиологического разнообразия дерново-подзолистой песчаной почвы под действием торфования и землевания существенно улучшается, что является важным фактором повышения ее плодородия.

Простая смесь торфа с минеральным грунтом еще не образует стабильной почвы. Она создается постепенно в результате физических, химических и биологических процессов взаимодействия минеральных и органических компонентов. Пахотный горизонт с агрономически ценной структурой создается путем перемешивания органических и минеральных частиц, для чего рекомендуется в первые годы на оптимизированных участках возделывать пропашные культуры, требующие многократной обработки, а в последующем – зерновые культуры с подсевом многолетних трав. В несколько упрощенном виде воздействие связной супеси на мелиорированную торфяную почву выражается в следующем: физический песок способствует улучшению водно-физических свойств и микроклимата, физическая глина обеспечивает закрепление гумусовых веществ и элементов минерального питания.

Для успешного возделывания сельскохозяйственных культур на улучшаемых торфяниках необходимо довести реакцию почвенного раствора до слабокислой (рН в солевой вытяжке – 5,6...6,0). Положительное воздействие оптимизации на снижение кислотности осушенной торфяной почвы важно не только для улучшения режима питания растений. Оно уменьшает затраты на внесение высоких доз доломитовой муки для нейтрализации кислотности торфа. В данном случае кальций, вносимый с доломитовой мукой, наряду с другими элементами, играет роль структуро- и комплексообразователя, что благоприятствует лучшему закреплению элементов питания и снижению непроизводительных затрат.

Несмотря на сравнительно высокие запасы общего азота, содержание его минеральных форм в улучшаемой торфяной почве не обеспечивает потребность сельскохозяйственных культур (особенно пропашных) в азоте за счет мобилизации почвенных ресурсов. В процессе сельскохозяйственного использования оптимизированных торфяных почв в течение 30 лет наблюдается тенденция к снижению содержания азота независимо от применяемых систем севооборота. Это свидетельствует об уменьшении содержания в почве легкогидролизуемых веществ, являющихся источником минерального азота, и о необходимости применения азотных удобрений в соответствии с потребностью сельскохозяйственных культур. В дальнейшем в процессе формирования высокого плодородия оптимизированной торфяной почвы дозы азотных удобрений можно уменьшать на 30–40 %. Нанесение плодородного слоя почвы на осушенные торфяники оптимизирует питание сельскохозяйственных культур в результате повышения содержания валовых и подвижных форм макро- и микроэлементов. В результате закрепления элементов минерального питания органоминеральным комплексом запасы обменного калия и подвижного фосфора в оптимизированной торфяной почве возрастают в 2–3 раза.

Под влиянием оптимизации торфяной почвы происходит не только накопление запасов минеральных фосфатов, но и более рациональное их использование: образующиеся из органофосфатов минеральные соединения фосфора сначала закрепляются в почве в виде практически недоступных растениям основных фосфатов кальция, а по мере сельскохозяйственного использования почвы переходят в более доступные для растений формы фосфора.

Сельскохозяйственные культуры, возделываемые на оптимизированных песчаных и торфяных почвах, характеризуются высоким выносом микроэлементов (марганца, меди, бора, кобальта, цинка, молибдена), поэтому в эти почвы наряду с макроудобрениями необходимо вносить микроудобрения (раз в ротацию севооборота), так как поступления микроэлементов только с минеральными и органическими удобрениями недостаточны для поддержания их положительного баланса. При расчете баланса микроэлементов за ротацию севооборота следует учитывать их внесение не только с органическими и минеральными удобрениями, но и с добавками минерального грунта. В первые годы оптимизации торфяной почвы рекомендуется вносить небольшие дозы навоза или торфонавозного компоста (10–20 т/га) в целях активизации микробиологической активности органоминерального пахотного горизонта. Это необходимо также с точки зрения ускорения накопления гумуса, который обеспечивает более равномерный характер поступления минеральных форм азота в растения.

Землевание торфяной почвы минеральным грунтом, который характеризуется большой теплоемкостью и хорошей теплопроводностью, улучшает температурный режим торфяных земель, способствует оптимизации микроклимата. В результате этого на 2–3 недели увеличивается продолжительность без-

морозного периода. Землевание торфяных почв создает не только благоприятные условия для роста и развития растений, но и замедляет минерализацию органического вещества, создает прочный органо-минеральный комплекс за счет внесения связной супеси. В связи с этим на торфяниках низинного типа внесение минерального грунта является целесообразным не только для улучшения водно-физических свойств, но и для защиты органического вещества от сработки и возгорания в процессе их сельскохозяйственного использования и предотвращения загрязнения окружающих ландшафтов химическими мелиорантами. В результате коренного улучшения осушенных торфяных почв оптимизируются их основные агрохимические свойства и формируются устойчивые глинисто-гумусовые вещества, снижающие общий уровень минерализации торфа. На основе сформировавшегося качественно нового органо-минерального почвенно-поглощающего комплекса создается более прочная почвенная структура, что способствует обменному закреплению неиспользованного резерва питательных веществ и защищает природную среду от загрязнения.

Землевание следует рассматривать как нетрадиционное мелиоративное мероприятие, резко меняющее направление почвообразовательного процесса, стабилизирующее состав и свойства осушенных торфяных почв и способствующее ускоренному их окультуриванию. Оптимизация песчаных и торфяных почв является энергетически целесообразным мероприятием. Энергетические затраты на землевание и торфование компенсируются в течение 2–3 лет энергией, накопленной в урожае сельскохозяйственных культур. Анализ энергетической эффективности возделывания сельскохозяйственных культур показал, что на каждый мегаджоуль технической энергии получено 2 МДж полезной энергии, аккумулированной в урожае. Это свидетельствует о высокой энергетической эффективности оптимизации песчаных и торфяных почв.

Торфование и землевание песчаных почв – высокоэффективный способ повышения урожайности сельскохозяйственных культур, он позволяет получать дополнительный чистый доход уже в первый год оптимизации на сумму 1025 долл. США/га, или 1,5 долл. США дохода на каждый доллар затрат. Средства, потраченные на оптимизацию торфяной почвы, окупаются на третий-четвертый год после внесения супеси, что позволяет получать дополнительный чистый доход за ротацию восьмипольного севооборота в размере 1400 долл. США/га, или 1,2 долл. США дохода на каждый доллар затрат.

Таким образом, землевание и торфование является одним из перспективных агроэкологических приемов окультуривания различных почв Беларуси, его применение открывает хорошую перспективу восстановления плодородия почв естественным путем за счет механизмов, характерных для природных экосистем.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК (REFERENCES)

1. Оптимизация мелиорированных почв и их охрана / Н. П. Иванов [и др.]. Минск, 1986.
2. Методические рекомендации по оптимизации почв для создания высокопродуктивных угодий / Я. К. Куликов [и др.]. Минск, 1993.
3. Белковский В. И., Горошко В. М. Плодородие и использование торфяных почв. Минск, 1991.
4. Бамбалов Н. Н. Проблемы сохранения органического вещества мелиорированных торфяных почв. Проблемы Полесья. Минск, 1983. Вып. 8. С. 196–203 [Bambalov N. N. Problemy sokhraneniya organicheskogo veshchestva meliorirovannykh torfyanykh pochv. *Problemy Poles'ya*. Minsk, 1983. Issue 8. P. 196–203 (in Russ.)].
5. Способ мелиорации дерново-подзолистых полугидроморфных легких почв / А. Г. Медведев [и др.]. Минск, 1989. С. 64–65.
6. Куликов Я. К. Экологические основы оптимизации сельскохозяйственных угодий Беларуси. Минск, 2000.
7. Куликов Я. К., Иванов Н. П., Чертко Н. К., Скурко И. Е. Научно-методические основы оптимизации и охраны мелиорированных почв // Природопользование. 1996. Вып. 1. С. 94–99 [Kulikov Y. K., Ivanov N. P., Chertko N. K., Skurko I. E. Nauchno-metodicheskie osnovy optimizatsii i okhrany meliorirovannykh pochv. *Pririodopol'zovanie*. 1996. Issue 1. P. 94–99 (in Russ.)].
8. Куликов Я. К., Гаевский Е. Е. Эколого-микробиологическая оценка приемов улучшения дерново-подзолистой песчаной почвы // Мелиорация. 2015. № 2/74. С. 113–124 [Kulikov Y. K., Gaevskii E. E. Ecological and microbiological assessment methods to improve the sod-podzolic sandy soil reclamation. *Melioratsiya*. 2015. No. 2/74. P. 113–124 (in Russ.)].

Статья поступила в редакцию 07.06.2016.
Received by editorial board 07.06.2016.