

11. Полевое исследование и картографирование почв БССР. Мн., 1990.
12. В а ш к е в и ч Л. Ф., З а й к о С. М., Г о р б л ю к А. В. // Экологические проблемы при орошении и осушении. Киев, 1993. Ч. II. С. 24.
13. Методические указания по диагностике и классификации почв, образовавшихся после сработки торфа. Мн., 1991. С. 8.

УДК 626.87:581(132 + 174.1):574

О. Ф. БОРИСЕНКО, Н. П. ИВАНОВ, Я. К. КУЛИКОВ

## ПОЧВЕННО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОПТИМИЗАЦИИ АГРОЭКОСИСТЕМ

Some theoretical and practical principles of agroecosystems optimization by Peating method are given. On the base of investigations it was shown a positive effect of optimization on functional soil parameters, which served a result of receiving stable high and qualitative agricultural products. A conclusion of creating agroecosystem controled by man is made. Actuality and perspectivity of the optimization theory development for natural environment of Belarus is marked.

Почвенный покров — незаменимый дар природы и компонент биосферы каждого культурного ландшафта. Решение проблем сохранения почвенного покрова и повышения плодородия почв, являющихся важнейшим условием увеличения продуктивности земледелия и во многом достижения гармонии в отношениях между природой и обществом, лежит в основе теоретических и практических положений оптимизации природной среды.

Механизм самоорганизации и саморазвития биосферы нарушается в результате хозяйственной деятельности человека, который пытается использовать и «управлять» функциями отдельных экосистем, ландшафтов, что нередко ведет к ущербу для биосферы и самого человека. Ежегодное разрушение и отчуждение из биосферы почвенно-экологических систем на площади порядка 5—7 млн га необратимо сокращает биопродуктивный механизм биосферы [1]. Биосфера не сможет существовать без почвенно-экологических систем.

Необходимость постоянного увеличения продукции сельского хозяйства, повышения ее качества требуют глубоких экологических знаний, и в частности почвенных условий. Научно обоснованное управление почвенными процессами, поиски путей их оптимизации позволяют обеспечить расширенное воспроизводство плодородия почв и значительный рост урожаев сельскохозяйственных культур, смогут служить эффективным средством сохранения биосферы и устранения (либо смягчения) негативных последствий хозяйственной деятельности человека. Исследования в данном направлении особенно актуальны для Беларуси, потерявшей в результате аварии на Чернобыльской АЭС тысячи гектаров плодородных земель и в сельскохозяйственном использовании которой находятся большие площади земель с разной степенью радиоактивного загрязнения.

Одним из путей оптимизации агроландшафта является совершенствование сельскохозяйственного производства на основе оптимизаций агроэкосистем [2]. Равновесное состояние агроэкосистем, отвечающее предъявляемым требованиям, достигается путем оптимизации их функциональных параметров: круговорота питательных веществ в почве, водно-физического, агрохимического и микробиологического режимов, микроклимата почвы и приземного слоя воздуха, благоприятно отражающихся на урожае выращиваемых культур и их качестве. Основным управляющим механизмом стабилизации процессов в агроэкосистеме служит почва, которая определяет надежность и длительность функционирования процессов в агроландшафте. Особое внимание в исследованиях последствий оптимизации должно уделяться различным саморегулирующимся свойствам почвы (водно-физическим, агрохимическим, микробиологическим и др.). О степени трансформации агроэкосистемы под воздействием оптимизации можно судить по сопряженному анализу ее функциональных параметров.

Методической основой оптимизации агроэкосистем в наших исследованиях выступает структурная почвенная мелиорация [3—7], главная цель проведения которой — создание искусственного пахотного горизонта с характеристиками, близкими к характеристикам экологически устойчивой для данного типа агроландшафта высокопродуктивной почвы.

Многолетние исследования последствий оптимизации малопродуктивных агроэкосистем проводятся с 1978 г. в опытно-производственном хозяйстве «Будагово» Смолевичского района Минской области. В качестве примера рассмотрим оптимизацию агроэкосистемы с дерново-подзолистой глееватой связносупесчаной мелиорированной почвой методом торфования в восьмипольном севообороте: картофель — травы (5 лет пользования) — озимая рожь. Данная низкоплодородная почва подвержена высокой степени деградации из-за интенсивного сельскохозяйственного использования. Теоретической моделью, к которой мы стремимся привести объект наших исследований, является агроэкосистема с дерново-карбонатной легкосуглинистой почвой, оцениваемой  $93 \pm 7$  баллами (по 100-балльной шкале качественной оценки земель колхозов и совхозов) [8]. По результатам исследований опубликован ряд работ [3—7].

В процессе непрерывной эксплуатации, обработки, отчуждения с полей урожаев неизбежно наступает истощение запасов энергии в почве, необходимых растениям минеральных и органических соединений, происходит стерилизация почв как природных биогенных образований. Оптимизация агроэкосистем методом торфования, который заключается в однократном внесении на период 50—60 лет в почву высоких доз (100—400 т/га) органического вещества (торфа), практически полностью исключает эти негативные явления. Данный метод оптимизации рассчитан на длительное время и решается комплексно с соблюдением определенной агротехники, применением системы минеральных удобрений, ведением правильного севооборота. Эти условия основаны на принципах экологического соответствия земледелия и агроландшафта, на понимании долговременных экологических и экономических последствий использования территории.

Обратимся к результатам анализа некоторых функциональных параметров оптимизированной агроэкосистемы методом торфования.

Многолетние наблюдения за микроклиматом оптимизированной агроэкосистемы показали, что почвы потеряли некоторое количество своих тепловых ресурсов. Так, сумма активных температур на глубине 10 см снизилась на 50—100 °С. Минимальная температура поверхности и температура пахотного горизонта упали на 0,5—1,0 °С. Глубина проникновения суточных колебаний температур уменьшилась на 5,0—10,0 см, а температура приземного слоя воздуха на 0,3—0,5 °С. Зафиксировано увеличение на 2,0—3,0 °С максимальной температуры поверхности почвы. Амплитуда суточных колебаний температур поверхности почвы возросла на 2,5—4,0 °С по сравнению с исходной почвой. Следует отметить уменьшение на 5—8 сут продолжительности безморозного и вегетационного периодов.

Как показали дальнейшие исследования, несколько неблагоприятный микроклиматический режим не является фактором, лимитирующим экологические условия произрастания растений. Эти негативные явления практически полностью компенсируются значительно улучшенными в результате оптимизации водно-физическими и агрохимическими свойствами почвы. Увеличение влагоемкости, водоудерживающей и водоподъемной способностей заметно снизили водопроницаемость почвы, вследствие чего возросли запасы влаги. Эти изменения свойств привели к более полному и продуктивному использованию растениями атмосферной и почвенной влаги, значительно активизировался фотосинтетический аппарат растений [4—6]. Кроме того, негативные факторы микроклимата успешно устраняются поддержанием комковато-зернистой структуры почвы, уменьшением пестроты пахотного слоя, периодическим подпахотным рыхлением.

Т а б л и ц а 1

**Агрохимические показатели оптимизированной  
методом торфования мелиорированной минеральной почвы**

Вариант опыта	Гумус, %	рН <sub>сол</sub>	Мг-экв на 100 г почвы			У, %	Мг на 100 г почвы		Физи- ческая глина, %
			Н	С	Т		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	
1978 г.									
Контроль (фон)	2,27	5,0	3,26	5,02	8,28	60,60	16,40	11,80	18,80
Фон + 100 т/га торфа	2,52	5,10	3,10	6,40	9,70	65,97	16,80	13,00	20,40
Фон + 200 т/га торфа	3,33	5,30	3,99	9,86	13,85	71,20	16,50	13,90	21,50
Фон + 300 т/га торфа	3,83	5,60	2,61	13,90	15,80	87,90	22,00	15,50	24,60
Фон + 400 т/га торфа	4,47	5,10	2,26	12,04	14,30	84,19	19,00	14,10	25,20
1992 г.									
Контроль (фон)	3,21	6,39	1,48	11,16	12,64	88,29	36,60	28,60	20,10
Фон + 100 т/га торфа (последствие)	3,38	6,40	1,70	13,40	15,10	88,70	36,30	30,00	21,40
Фон + 200 т/га торфа (последствие)	3,82	6,40	1,98	15,90	17,90	88,80	35,60	29,80	23,30
Фон + 300 т/га торфа (последствие)	5,13	6,42	1,90	15,60	17,50	89,10	30,40	31,40	25,10
Фон + 400 т/га торфа (последствие)	5,53	6,47	1,90	14,90	16,80	88,70	36,00	24,80	25,50

Анализ динамики агрохимических показателей оптимизированной почвы первого (1978 г.) и последнего (1992 г.) годов исследований (табл. 1) позволяет сделать вывод о том, что эти показатели почвенной экосистемы приобрели выровненный и сбалансированный характер. По сравнению с исходной почвой содержание гумуса заметно возросло и стабилизировалось в пределах 5,13—5,53 % в зависимости от доз внесенного органического вещества (300—400 т/га). Слабокислая реакция среды (6,47), низкая степень гидролитической кислотности (1,90 мг-экв на 100 г почвы), высокие показатели суммы поглощенных оснований (14,90—15,60 мг-экв на 100 г почвы), емкости поглощения (16,80—17,50 мг-экв на 100 г почвы) и степени насыщенности основаниями (88,70—89,10 %), существенно возросшие количества подвижных форм фосфора и калия и установившееся содержание физической глины в пределах 25 % создали оптимальные условия для круговорота питательных веществ в почве, положительно влияющего на рост, развитие и продуктивность сельскохозяйственных растений.

Т а б л и ц а 2

**Влияние оптимизации агроэкосистем методом торфования  
на продуктивность восьмипольного севооборота**

Вариант опыта	Продуктивность культур севооборота, ц кормовых единиц/га					Продук- тив- ность сево- оборота, ц кормовых единиц/га	Прибавка	
	карто- фель	ячмень	много- летние травы (4 года пользо- вания)	одно- летние травы	озимая рожь		ц/га	%
Фон + 100 т/га торфа	108,0	47,1	229,7	49,1	46,8	480,7	6,4	11,9
Фон + 200 т/га торфа	117,6	54,9	247,9	51,5	52,6	524,5	11,9	22,1
Фон + 300 т/га торфа	121,5	68,0	268,1	55,3	56,9	569,8	17,4	32,7
Фон + 400 т/га торфа	124,8	73,3	287,4	57,7	55,9	599,1	21,2	39,5

Об эффективности оптимизации агроэкосистем методом торфования можно судить по урожайности культур, выраженной в кормовых единицах (табл. 2). Внесение органического вещества в почву в дозе 100 т/га повысило продуктивность гектара на 6,4 ц/га кормовых единиц

(или на 11,9 %). С увеличением доз вносимого органического вещества наблюдался стабильный рост урожайности сельскохозяйственных культур в севообороте. Максимальная же продуктивность с гектара отмечена при внесении органического вещества в дозе 400 т/га — 599,1 ц/га кормовых единиц. Прибавка кормовых единиц с гектара возросла при этом на 21,2 ц/га (или на 39,5 %) по сравнению с контролем (фоном). Урожай и качество продукции по культурам севооборота освещены в работах [3—7].

Опираясь на результаты многолетних исследований последствий оптимизации почв методом торфования, можно сделать вывод о том, что сформирована новая «культурная» агроэкосистема, динамика, эволюция и продуктивность которой в значительной степени регулируются человеком. В результате оптимизации улучшились и сбалансировались функциональные параметры почвы; достигнут оптимальный для растений круговорот питательных веществ; получены стабильные высокие и качественные урожаи сельскохозяйственных культур. Данный метод оптимизации агроэкосистем исключает загрязнение природной среды, позволяет устранить (либо смягчить) негативные последствия хозяйственной деятельности [9—10], способствует активизации и стабилизации природных процессов.

Мы коснулись лишь одного из способов оптимизации агроэкосистем — торфования мелиорированных минеральных почв. В настоящее время наши исследования нацелены на совершенствование имеющихся методов оптимизации природной среды. Ведутся поиски и разработки новейших методик, которые будут способствовать улучшению малопродуктивных сельскохозяйственных угодий, снижению поступления радионуклидов из почвы в растения, могут использоваться в проектах по организации буферных зон будущих национальных парков и т. д. Следует отметить, что проводимые исследования тесно связаны с возникшими в последние годы в мире тенденциями по пересмотру основ теории и практики обработки почв [1], базирующимися на мероприятиях по оптимизации почв методами торфования и землевания [3], применению правильных севооборотов, отказу от химических средств защиты растений, уменьшению норм минеральных удобрений и др. Поэтому дальнейшее развитие теории оптимизации природной среды и биосферы — перспективное научное направление, цель которого можно выразить словами В. А. Ковды: «На каждом витке циклических процессов развития жизнь создавала все новые более совершенные формы (и виды) существования и упреждающе обеспечивала жизнь оптимизацией экосистем. Росло плодородие почв, рос запас в них биофильных элементов, накапливались гумус и запасы энергии, обеспечивалось водное, углекислое, азотное питание растений. Именно принцип расширенного воспроизводства благоприятных условий для растущей биопродуктивности и нормализации биосферы должен лежать в основе разумного природопользования человеком» [1].

1. Ковда В. А. Проблемы защиты почвенного покрова и биосферы планеты. Пушино, 1989.

2. Ковда В. А. Почвенный покров, его улучшение, использование и охрана. М., 1981.

3. Иванов Н. П., Куликов Я. К., Чубаков А. С., Малашенков В. Ю. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1993. № 3. С. 61.

4. Чертко Н. К., Иванов Н. П., Липская Г. А. // Агрохимия. 1988. № 12. С. 37.

5. Медведев А. Г., Иванов Н. П., Липская Г. А. и др. // Там же. 1985. № 11. С. 46.

6. Иванов Н. П., Липская Г. А., Чертко Н. К. и др. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1992. № 3. С. 70.

7. Иванов Н. П., Ковриго П. А., Куликов Я. К. и др. Оптимизация мелиорированных почв и их охрана. Мн., 1985.

8. Оценка плодородия почв Белоруссии // Смян Н.-И., Зинченко В. С., Богдевич И. М. и др. Мн., 1989.

9. Иванов Н. П., Куликов Я. К., Борисенко О. Ф. // Вестн. Белорус. ун-та. Сер. 2. 1993. № 1. С. 53.

10. Алексахин Р. М., Моисеев И. Т., Тихомиров Ф. М. // Агрохимия. 1992. № 8. С. 127.