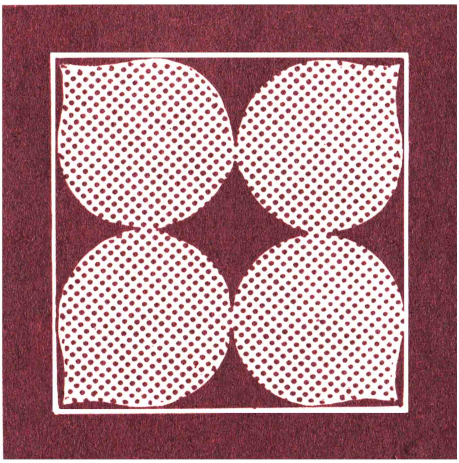
АКАДЕМИЯ НАУК СССР
УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ



ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ

СВЕРДЛОВСК

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

СВЕРДЛОВСК 1990

УДК 631.4+556+581+630+577.3

Экологические аспекты продовольственной проблемы: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

В сборнике помещены результаты исследований почвоведов, ботаников, лесоведов, микробиологов, посвященных основным проблемам повышения продуктивности экосистем. Цель их — помочь осуществлению Продовольственной программы.

Ответственные редакторы

доктор биологических наук профессор **П. Л. Горчаковский,**
доктор биологических наук профессор **В. П. Фирсова.**

Рецензент

кандидат биологических наук доцент **Г. И. Махонина.**

Э $\frac{21001-1617-156(88)}{055(02)07}$

© УрО АН СССР, 1990

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

В. П. ФИРСОВА, П. В. МЕЩЕРЯКОВ, Т. А. ГОРЯЧЕВА

ОСОБЕННОСТИ ГУМУСООБРАЗОВАНИЯ В ПОЧВАХ АГРОЦЕНОЗОВ

Изучение органического вещества в почвах агроценозов имеет важное значение для решения вопросов оптимизации гумусного состояния как одного из приемов повышения продуктивности почв. Гумусообразование определяется комплексом экологических условий, без познания которых невозможно регулирование процессов, происходящих в пахотной почве [2,4]. Она представляет собой сложную систему, функционирование которой определяется преимущественным влиянием антропогенного фактора. Поэтому даже в одних и тех же микроклиматических и геоморфических условиях пахотные почвы по содержанию, запасам и составу гумуса значительно отличаются от лесных целинных аналогов. Это обусловлено тем, что в результате сведения леса и ежегодной механизированной обработки почвы резко уменьшается количество исходных компонентов органических веществ, поступающих в почву. Изменяются водный, воздушный и температурный режимы, способствуя возрастанию скорости трансформации растительных остатков.

Согласно нашим данным, запасы живых корней (в слое 0—20 см) в лесной почве составляют 2975, а в пахотной — 341 г/м^2, т. е. уменьшаются почти в 10 раз. Скорость разложения органических остатков (насколько можно судить по величине C : N) увеличивается в пахотных почвах в 1,5 раза. Причем наиболее интенсивно разложение идет в первые годы освоения, а в дальнейшем ослабевает.

В результате этого (даже в случае сельскохозяйственного освоения, не сопровождающегося эрозией почв) происходит их дегумификация, чему способствует также перемешивание при распашке гумусового горизонта с нижележащим малогумусным слоем. Этот процесс наблюдается и в почвах госсортоучастков (ГСУ), где органические удобрения вносят в большом количестве. К примеру, на Ачитском ГСУ (со времени освоения, в 1938—1979 гг., на каждый гектар внесено 180—200 т/га) содержание гумуса в пахотном горизонте светло-серой почвы уменьшилось с 3,7 до 2,89%. При этом увеличился процент гумуса в подпахотном слое — с 1,54 до 2,05 [1]. На полях базового хозяйства,

прилегающих к ГСУ, где органических удобрений внесено в 4—5 раз меньше, содержание гумуса в пахотном горизонте в 1979 г. составляло 2,53%. Запасы его увеличились в слое 0—20 см с 208 до 235 т/га за счет припахивания плотных подпахотных слоев почвы и гумуса, вмытого из верхней части пахотного слоя.

Наши исследования показали, что процессы дегумификации без внесения органических удобрений проходят масштабнее. Проведено сравнительное изучение содержания гумуса в почвах разной длительности освоения. Среднее его содержание в слое 0—20 см в серой лесной пахотной почве (пятилетнего срока освоения) составляет 2,01, в целинном аналоге — 7,05%. Запасы гумуса равны соответственно 63,7 и 101,3 т/га. Длительность сельскохозяйственного использования почв без последующего внесения органических удобрений усугубляет этот процесс. В результате запасы гумуса в этом слое спустя 25 и 80 лет убывают соответственно до 52,5 и 50,8 т/га. Послойное определение содержания гумуса показало, что в пределах пахотного горизонта дегумификацией охвачены только поверхностные слои — 0—5 и 5—10 см. В нижней же части (на глубине 15—20 см) содержание гумуса с годами увеличивается — от 1 после пятилетнего до 1,79% после восьмидесятилетнего использования почв. Дегумификация их влечет за собой снижение продуктивности агроценозов [3]: в первом случае общая фитомасса составила 928,7, во втором — 871,8 г/м^2. В почву поступило соответственно 341,4 и 329,0 г/м^2 пожнивно-корневых остатков (т. е. источник гумусовых веществ стал меньше).

Содержание предгумусовых фракций и водно-растворимого гумуса в составе гумусовых веществ сравниваемых почв во многом зависит от их обогащенности растительными остатками: больше оно в целинной и пахотной почвах первых лет освоения и резко убывает через 25 и более лет сельскохозяйственного пользования. Приведем цифры, характеризующие изменение этих показателей на разных этапах (5, 25 и 80 лет) освоения почв. Запасы углерода предгумусовой фракции в слое 0—20 см составляют соответственно 9,4—5,6—6,8, а водно-растворимого углерода — 0,5—0,3—0,1 т/га. Таким образом, изменяется во времени не только количество, но и качество органического вещества пахотных почв.

В результате распашки лесных почв и дальнейшего их сельскохозяйственного использования происходят изменения и во фракционно-групповом составе собственно гумусовых веществ (табл. 1). Уменьшается процент гуминовых кислот и возрастает — фульвокислот (по мере увеличения длительности использования почв без внесения органических удобрений). По сравнению с целинной почвой в пахотной негидролизуемый остаток уменьшается незначительно.

В пахотных почвах резко убывает содержание наиболее подвижных, рыхло связанных с полуторными оксидами (фракция 1)

Таблица 1

Средние показатели группового и фракционного состава гумуса в серых лесных и пахотных почвах в слое 0—20 см, %

Угодье	$C_{гк}$; $C_{фк}$	Негидролизуемый остаток	Фракция		
			Гуминовых кислот		Фульвокислот
			I	II	Ia
Лес	1,01	35,5	18,2	5,2	5,1
Пашня					
5 лет	1,04	27,6	6,1	21,0	4,7
25 лет	0,93	30,5	4,8	19,1	4,1
80 лет	0,86	29,7	4,0	17,0	6,0

гуминовых кислот (по-видимому, за счет перемещения их в нижележащие горизонты). Вследствие этого происходит повышение содержания гумуса в нижней части аккумулятивного горизонта. Это отчетливо выражено в почвах восьмидесятилетней пашни и отмечалось в предшествующих исследованиях [1, 5].

В результате известкования почв в первые годы освоения резко (в 4 раза) возрастает процент гуминовых кислот (фракции II), связанных с кальцием. И в дальнейшем содержание этой фракции остается высоким, но с годами (в зависимости от длительности использования почв под пашню) убывает. Содержание агрессивной фракции (I а) фульвокислот в пахотных почвах по сравнению с лесными изменяется незначительно. Тем не менее, согласно полученным нами данным, можно констатировать некоторое уменьшение этой фракции (спустя 5 и 25 лет). По-видимому, сказывается известкование. И как только оно ослабевает, происходит новообразование фульвокислот, благодаря чему на восьмидесятилетней пашне процент этой фракции выше, чем в лесной почве.

При определении качественного состава гумуса пахотных почв, как правило, ограничиваются изучением его в смешанном образце в пределах пахотного горизонта. Это в значительной степени оправданно, так как даже в лесной почве основная часть (около 80 %) живых корней в метровой толще сосредоточена до глубины 20 см (т. е. питание растений идет преимущественно за счет этой толщи). Тем не менее изучение профильного изменения качественного состава гумуса представляет интерес для оценки влияния агроценозов на формирование и миграцию гумусовых веществ, их почвообразующей роли. С этой целью был проведен отбор послойно почвенных образцов (по возможности на одной и той же глубине) в целинных и пахотных почвах.

Профиль лесной почвы по групповому составу отчетливо разделяется на три части: подстилку, где наблюдается небольшое преобладание фульвокислот над гуминовыми; гумусовый

минеральный горизонт, где гуминовые кислоты представлены шире, чем фульвокислоты, и элювиально-иллювиальная толщу с резко выраженным фульватным составом гумуса (табл. 2). В пахотной почве, осваиваемой в течение пяти лет, в верхней части пахотного горизонта преобладают гуминовые кислоты, а в нижней (15—25 см) $C_{гк} : C_{фк}$ уменьшается до 0,79 и резко падает вниз по профилю.

В целом в рассматриваемой почве гуминовые кислоты в гумусовом веществе играют бо́льшую роль в нижней части профиля, чем в лесном ее аналоге. В дальнейшем (спустя 25 лет после освоения лесных земель) содержание гуминовых кислот уменьшается, однако возрастает мощность почвенной толщи (до 25 см) с величиной $C_{гк} : C_{фк} = 1$. Частично гуминовые кислоты мигрируют в нижнюю часть профиля, о чем можно судить по возрастающему отношению $C_{гк} : C_{фк}$ на соответствующих глубинах в этой почве по сравнению с рассмотренной выше.

На восьмидесятилетней пашне в составе гумусовых веществ преобладают фульвокислоты. Благодаря послойному определению качественного состава гумуса удалось выявить расчленение пахотного горизонта, в пределах которого (на глубине 5—10 см) обособляется слой с явным доминированием фульвокислот. Резко возрастает содержание фульвокислот в подпахотных слоях. И здесь их доля в несколько раз выше, чем на соответствующей глубине в других сравниваемых почвах. Таким образом, по мере ослабления действия известкования образуется больше кислых продуктов почвообразования фульватного типа, не только пропитывающих весь почвенный профиль, но и, очевидно, способствующих вторичному оподзоливанию в пределах пахотного горизонта.

Содержание негидролизуемого остатка подвержено значительным колебаниям не только по горизонтам, но и в зависимости от возраста пашни. В лесной почве и ее пятилетнем пахотном аналоге наблюдается два максимума содержания негидролизуемого остатка — в подстилке и в нижней части почвенного профиля. Отличие состоит лишь в том, что в пахотной почве нижний максимум погружен на большую глубину. Это, по-видимому, связано с изъятием при раскорчевке значительной массы корневых систем лесной растительности как источника гумусовых веществ. Наиболее отчетливые изменения, однако, происходят в содержании негидролизуемого остатка в верхней части профиля. В частности, в слое 0—5 см его количество закономерно уменьшается от лесной почвы к пахотной (особенно при более длительном использовании последних), а в слое 5—10 см — увеличивается, что связано с различным поступлением растительных остатков в сравниваемых почвах.

По более высокому содержанию гуминовых кислот фракции I в пределах всего профиля резко отличается от пахотных почва лесная, а по наименьшему — почва восьмидесятилетней пашни.

Таблица 2

Профильные изменения качественного состава гумуса серых лесных целинных и пахотных почв, %

Глубина, см	$C_{гк}$; $C_{фк}$				Негидролизуемый остаток			
	Лес	Пашня, лет			Лес	Пашня, лет		
		5	25	80		5	25	80
0—5	0,75	1,27	0,96	1,14	46,1	37,5	28,8	30,5
5—10	1,09	1,29	0,01	0,53	22,5	31,5	26,8	33,8
10—15	1,28	1,15	0,88	0,87	29,6	16,4	33,3	29,7
15—20	1,28	0,72	0,90	0,95	32,8	29,1	33,1	24,8
20—25	0,43	0,79	1,02	0,78	27,1	23,6	38,6	39,7
25—30	0,37	0,41	0,59	0,28	50,7	35,6	16,0	40,5
40—50	0,26	0,49	0,51	0,13	40,5	25,3	30,3	29,3
70—80	0,39	0,50	0,35	0,20	55,9	58,0	48,6	58,3
100—120	0,31	0,3	0,44	0,23	55,5	59,0	19,9	34,2
Фракция гуминовых кислот								
	I				II			
0—5	10,5	4,4	5,9	3,0	3,2	20,6	20,1	23,1
5—10	23,8	6,3	4,5	4,7	7,7	22,6	20,3	8,2
10—15	23,8	8,2	4,8	3,4	6,6	23,0	17,5	18,3
15—20	23,8	5,6	3,9	5,0	5,5	17,9	18,8	18,7
20—25	6,7	4,1	4,3	5,4	8,4	15,1	15,9	10,9
25—30	3,1	2,9	4,2	2,8	5,7	8,4	19,8	7,1
40—50	5,0	1,6	2,8	1,8	3,0	16,9	11,5	4,2
70—80	1,6	1,8	5,2	1,8	7,9	1,8	3,7	2,5
100—120	0,6	1,9	6,7	2,0	5,2	4,9	8,2	5,6
Фракция фульвокислот (Iа)								
0—5	3,9	4,0	4,8	5,9	—	—	—	—
5—10	5,0	4,8	4,5	4,3	—	—	—	—
10—15	6,0	6,7	2,9	7,1	—	—	—	—
15—20	6,9	3,3	4,3	6,8	—	—	—	—
20—25	19,6	5,7	4,4	5,5	—	—	—	—
25—30	4,7	11,5	19,1	18,9	—	—	—	—
40—50	9,5	14,6	13,2	29,9	—	—	—	—
70—80	8,9	13,2	14,0	13,3	—	—	—	—
100—120	14,7	6,7	18,1	22,8	—	—	—	—

В пахотной почве, срок освоения которой равен четверти века, отчетливо выражена миграция подвижных гуминовых кислот, в результате чего содержание их на глубине 25—120 см выше, чем в других сравниваемых почвах. В восьмидесятилетней же пашне наблюдается резкая их убыль. Все это дает основание предположить, что чем продолжительнее использование почв под пашню без внесения органических удобрений, тем интенсивнее миграция бурных гуминовых кислот. А в восьмидесятилетней пашне, очевидно, они выносятся за пределы обследованной почвенной толщи.

Гуминовые кислоты фракции II, связанные с кальцием, представлены незначительно в лесной почве, для их профильного распределения характерно более высокое содержание в пределах гумусоаккумулятивного горизонта. Эта закономерность в целом сохраняется и для пахотных почв при более высоком проценте гуминовых кислот. Однако в почве восьмидесятилетней пашни кальция хватает для связывания гуминовых кислот только в слое 0—5 см. Содержание этой фракции резко убывает в нижней части пахотного горизонта.

Представляет интерес сравнительное изучение профильного распределения наиболее мобильной фракции фульвокислот I а. Во всех без исключения почвах максимум ее наблюдается в средней части профиля. Ясно выражена тенденция повышения содержания мобильной фракции и погружения горизонта ее накопления в наиболее старых пашнях. Механическая обработка почв создает благоприятные условия для повышения их водопроницаемости и миграции вниз по профилю гумусовых веществ.

Таким образом, подробное изучение состава гумусовых веществ позволило выявить особенности гумусообразования под влиянием изменившихся экологических условий в почвах агроценозов. Из полученных данных следует, что гумусное состояние пахотных почв, несмотря на известкование и применение минеральных удобрений, резко ухудшается. Между тем, по агрохимическим показателям наблюдается улучшение их свойств: $pH_{вод.}$ изменяется от 5,7 до 7,6; почти в 10 раз возрастает содержание P_2O_5 в гумусо-аккумулятивном горизонте пахотных почв по сравнению с лесными; степень насыщенности основаниями возрастает с 73 до 97 % (при неизменном содержании калия). При этом продуктивность почв не повышается. По-видимому, она в большей степени определяется гумусным состоянием. Это еще раз подтверждает необходимость его изучения при сельскохозяйственном использовании, чтобы дать верную оценку антропогенного воздействия на почвенный покров.

В этой связи представляет интерес рассмотреть антропогенное влияние на гумусное состояние почв при применении органических удобрений (табл. 3) [3, 4, 6]. На их фоне повышается способность почв к гумусообразованию. В результате возрастают запасы гумуса в пахотном горизонте от 82,5 (в почве без

Таблица 3

Средние показатели группового и фракционного состава гумуса в слое 0—20 см, %

Вариант опыта	$C_{гк} : C_{фк}$	Негидролизуемый	Фракция		
			гуминовых кислот		фульвокислот
			I	II	Ia
1 — без внесения орган. удобрений	1,68	26,3	6,5	31,5	6,4
2 — с внесением торфа (300 т/га)	2,15	36,4	6,9	21,0	5,6
3 — с внесением торфа (300 т/га) и торфокомпоста (250 т/га)	2,32	38,7	8,9	23,1	4,9

органических удобрений) до 85,3 и 101,1 т/га (при разных их дозах). Изменяется групповой состав гумуса, и на удобренном фоне $C_{гк} : C_{фк}$ составляет 2,32 против 1,68 в варианте без органических удобрений, т. е. меняется тип гумусовых веществ от фульватно-гуматного до гуматного. Закономерно возрастают величина негидролизуемого остатка и содержание фракции I гуминовых кислот при одновременном уменьшении количества фракций II этих же кислот и Ia фульвокислот.

Внесение органических удобрений в почву создает большую пестроту в составе гумусовых веществ. Без внесения этих удобрений $C_{гк} : C_{фк}$ стабильно в пределах пахотного горизонта. С их внесением образуются зоны минимума и максимума величины этих отношений как результат неоднородности условий гумификации, создаваемой различиями в глубине заделки вносимых удобрений (табл. 4). В подпахотном слое (20 — 30 см) во всех почвах, особенно в варианте 3, содержание гуминовых кислот высокое, а в нижележащей толще оно резко уменьшается, гумус становится фульватным. Судя по более узким отношениям $C_{гк} : C_{фк}$ в нижних горизонтах почвы на сильно удобренном агрофоне (вариант 3), можно предположить, что в этом случае создаются условия для закрепления гуминовых кислот в верхней части профиля. В неудобренной же почве или при внесении только торфа создаются условия для их миграции как за счет наиболее подвижной фракции I гуминовых кислот, так и фракций, прочно связанных с кальцием. С применением больших доз удобрений уменьшается агрессивность фульвокислот. Их становится меньше не только в пахотном горизонте, но и в пределах всего почвенного профиля. Заметим, что количество фульвокислот фракции Ia уменьшается в пахотном слое и при применении торфа (это наблюдается лишь здесь), а в нижележащей толще оно возрастает.

Таблица 4

Профильные изменения качественного состава гумуса серых лесных пахотных почв в зависимости от дозы органических удобрений, %

Глубина, см	$C_{гк} : C_{фк}$			Негидролизуемый остаток			Фракция								
							гуминовых кислот						фульвокислот		
							I			II			Ia		
	1*	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
0—5	1,59	1,56	2,40	23,0	45,0	36,4	6,7	9,3	11,1	32,1	12,8	22,5	6,4	4,6	4,6
5—10	1,64	2,02	2,74	26,6	37,6	35,5	6,7	8,0	9,7	31,5	18,1	24,2	5,5	5,9	5,0
10—15	1,89	2,17	2,27	32,1	27,6	39,1	5,8	5,6	7,6	31,4	27,9	25,1	6,6	6,5	5,2
15—20	1,61	2,56	1,87	23,7	35,5	45,1	6,9	5,0	7,3	31,1	26,9	20,7	7,1	5,6	5,0
20—30	1,38	1,47	2,34	27,2	34,8	30,6	8,1	3,3	6,2	26,1	17,3	32,6	7,1	8,9	6,9
30—40	0,02	0,40	0,23	37,2	52,8	59,0	1,4	4,1	2,4	16,8	3,4	1,1	16,3	16,1	11,2
40—50	0,54	0,31	0,20	67,2	37,8	54,3	1,6	2,6	3,7	3,3	5,4	0,6	11,5	21,0	12,1
70—80	0,50	0,48	0,29	43,3	43,9	53,8	2,7	3,4	2,2	8,1	10,8	4,3	10,8	16,3	10,1
90—100	0,74	0,79	0,46	61,0	48,8	58,3	2,8	1,2	1,6	8,3	15,6	6,6	2,8	11,6	9,6

* 1—3 — варианты опытов (см. табл. 3).

Продуктивность посевов зерновых культур возрастает по мере увеличения дозы органических удобрений. Для ячменя сорта «Луч» (по вариантам опытов) надземная масса составляет 800,3; 863,2; 993,9, подземная — 164,0; 175,1; 198,0; поступление в почву пожнивно-корневых остатков — 291,1; 305,5; 326,7 г/м^2.

Таким образом, наиболее ощутимые положительные сдвиги в гумусном состоянии почв наблюдаются при повышенных дозах органических удобрений. Однако применение их ограничено небольшими площадями, прилегающими к животноводческим фермам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Сигнаевский Р. К., Иванов Н. А. Изменение серых лесных почв при сельскохозяйственном использовании // Серые лесные почвы Предуралья и их рациональное использование. Свердловск, 1982. С. 91—103.

2. Фирсова В. П. Регулирование гумусного состояния почв // Уральские нивы. 1986. № 3. С. 61.

3. Фирсова В. П., Мещеряков П. В. Гумусное состояние пахотных почв Среднего Урала: проблемы воспроизводства и регулирования // Экологические основы рационального использования и охраны природных ресурсов. Свердловск, 1987. С. 127—128.

4. Фирсова В. П., Мещеряков П. В., Горячева Т. А. Изменение природы и свойств органического вещества серых лесных почв и продуктивность сельскохозяйственных культур под влиянием доз органических удобрений // Тезисы докладов научно-практической конференции по химизации земледелия в интенсивных технологиях. Свердловск, 1987. С. 29.

5. Фирсова В. П., Сигнаевский Р. К., Прокопович Е. В., Мещеряков П. В., Горячева Т. А. Влияние окультуривания серых лесных почв Зауралья на состав гумусовых веществ // Антропогенные воздействия на свойства почв. Свердловск, 1987. С. 5—20.

6. Фирсова В. П., Красуский Ю. Г., Мещеряков П. В. Оценка гумусного состояния пахотных почв как основа их рационального использования. Свердловск: АН СССР, 1988. 74 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Ф. Х. ХАЗИЕВ, А. Х. МУКАТАНОВ, П. А. КУРЧЕЕВ,
Ф. Я. БАГАУТДИНОВ, С. С. КИРИЛЛОВА

ГУМУС ПОЧВ АГРОЦЕНОЗОВ БАШКИРСКОЙ АССР

Разнообразие рельефа, климатических условий и растительности определило большую пестроту почвенного покрова Башкирии. Здесь на сравнительно небольшой территории распространены почвы от горно-тундровых до сухостепных солончаков и солонцов с преобладанием серых лесных и черноземов. Относительная молодость возраста страны, континентальный климат, литологический состав почвообразующих пород обусловили сравнительную укороченность почвенного и гумусового профилей и в то же время высокую гумуссированность почв [7].

По содержанию и запасам гумуса доминирующие типы и подтипы почв равнинных пространств Башкирии (табл. 1) сходны с аналогичными почвами Западной Сибири. Потенциально более плодородные — выщелоченные и типичные черноземы, которые отличаются и большой стабильностью гумусного состояния [6]. Наиболее подвержены изменениям содержание и запасы гумуса серых лесных почв агроценозов. По этой же причине серые лесные почвы отзывчивы и на различные мелиорации. Наши исследования состава гумуса показали, что для неэродированных почв Башкирии характерны гуматный и фульватно-гуматный типы гумуса.

Главной причиной изменения гумусного состояния пахотных почв Башкирии, снижения содержания и запасов гумуса остаются эрозионные процессы (табл. 2). Естественная относительная укороченность гумусового профиля обуславливает особую остроту проблемы предотвращения потерь гумусового слоя в результате эрозии. Этому способствуют также тяжелый гранулометрический состав и склонность к уплотнению, которые приводят к ухудшению агрофизических свойств и снижению противоэрозионной устойчивости почв. С увеличением степени эродированности в составе гумуса, как правило, уменьшается доля гуминовых кислот [3]. Следует отметить, что такая закономерность проявляется не всегда. Это объясняется генетическими особенностями почв, соотношением между аккумулятивными и элювиальными процессами, обнажением нижележащих горизонтов, содержащих больше фульвокислот.

Таблица 1

Средние значения некоторых показателей гумусного состояния неэродированных почв агроценозов Башкирской АССР

Почва	Общий гумус в $A_{пах}$, %	Запасы гумуса в слое, т/га		$C_{гк} : C_{фк}$
		0—20 см	0—100 см	
Серая лесная				
Светло-серая	3,2	70	125	0,9
Серая	4,0	88	185	1,1
Темно-серая	6,5	135	290	1,8
Чернозем				
Выщелоченный	8,3	170	550	2,9
Типичный	7,8	150	530	3,2
Карбонатный	7,3	140	455	2,0
Южный	4,7	104	275	1,2

Таблица 2

Некоторые показатели гумусного состояния почв в зависимости от степени их эродированности

Почва	Район	Гумус		$C_{гк}:C_{фк}$
		Общий в $A_{пах}$, %	Запас в слое 0—50 см, т/га	
Серая лесная				
Серая	Бирский	3,40 / 2,00*	147 / 64*	0,85 / 0,53*
Темно-серая	Салаватский	6,51 / 4,30*	308 / 166*	1,60 / 1,80*
Чернозем				
Выщелоченный	Бижбулякский	11,90 / 5,26*	482 / 205*	2,80 / 1,56*
Типичный	Чекмагушевский	8,55 / 5,88**	410 / 180**	3,55 / 2,04**
Южный	Хайбулинский	4,45 / 3,20**	212 / 150**	1,16 / 0,90**

Примечание. В числителе — неэродированные, в знаменателе — * сильноэродированная, ** среднеэродированная почва.

Таблица 3

Содержание, запасы и состав гумуса в почвах в зависимости от характера сельскохозяйственного использования

Место отбора образцов	Гумус в $A_{пах}$, %	Запасы гумуса в слое (см), т/га			Потери запаса гумуса в слое 0—100 см, т/га	$C_{подв}$, гумуса % от $C_{общ}$ ($A_{пах}$)	$C_{углев}$, % от $C_{общ}$ ($A_{пах}$)
		0—20	0—50	0—100			
Серая лесная почва (Бакалинский р-н)							
Лес	6,60/0,68	132/7	223/20	295/23	—	10,3	16,0
Сортоучасток	3,96/0,31	101/4	205/13	262/15	12/38	7,9	17,4
Колхозное поле	2,80/0,20	78/3	145/10	210/12	28/50	7,0	17,0
Чернозем выщелоченный (Дюртюлинский р-н)							
Залежь	9,36/0,91	19,3/9	420/35	540/47	—	9,7	14,7
Сортоучасток	7,93/0,72	163/7	392/33	500/43	7/8	9,0	12,9
Колхозное поле	8,96/0,78	177/8	380/32	485/41	10/12	9,2	12,8
Чернозем южный (Хайбуллинский р-н)							
Целина	5,00/0,36	108/4	250/16	338/19	—	7,2	16,8
Сортоучасток	4,00/0,10	86/1	193/4	282/7	16/60	2,6	14,5

Примечание. В числителе — содержание и запасы общего, в знаменателе — подвижного гумуса.

Почвы республики за время сельскохозяйственного использования потеряли до 20 % запасов гумуса (табл. 3). Изменение условий трансформации органического вещества способствует увеличению относительного содержания более устойчивых к микробиологическому воздействию групп гумусовых веществ в пахотных почвах по сравнению с целинными аналогами. В почве различных севооборотов потери запасов подвижного гумуса составляют 30—60 %. В пахотных почвах происходит снижение содержания углеводов, которые являются ближайшим источником углерода для образования различных органических веществ, слагающих почвенный гумус.

В связи с устойчивой тенденцией дегумификации почв вопросы стабилизации баланса гумуса, улучшения качественных показателей гумусного состояния, в первую очередь — обогащения почв подвижным гумусом, в настоящее время становятся первоочередными задачами обеспечения расширенного воспроизводства почвенного плодородия.

Известно, что для образования гумуса, восполнения его запасов в почвах необходимы: поступление растительных остатков, внесение органического вещества, оптимальные микробиологические и биохимические условия их превращения в гумусовые вещества. Гумусообразование определяется также системой земледелия, ее культурой. Например, в почвах госсортоучастков, где в течение длительного времени соблюдается высокая агротехника, содержание гумуса относительно стабильно. Оно остановилось на более высоком уровне, чем в почвах базовых хозяйств, где систематически не поддерживалась высокая культура земледелия (см. табл. 3).

Важное средство регулирования содержания и состава органического вещества в почве — севообороты. В пахотных почвах агроценозов по сравнению с естественными количество корневых остатков сокращается в 3—4 раза (табл. 4). Исследования на серых лесных почвах проводили после первой ротации десятипольных севооборотов. За ротацию зерно-травянного севооборота внесено $N_{100}P_{150}K_{100}$, зерно-пропашного — $N_{180}P_{180}K_{100}$, навоза соответственно — 25 и 30 т/га. В результате в зерно-травяном севообороте содержание гумуса в пахотном слое выше в среднем на 17, азота — на 13, углеводов — на 16 % по сравнению с зерно-пропашным.

В типичных черноземах исследования проводили в девятипольном севообороте [1] (у каждого поля два варианта: с удобрениями и без них). В опыте доза минеральных удобрений составляла в среднем 360 кг/га действующего вещества NPK в год.

Внесение в течение пяти лет (1978—1982 гг.) минеральных удобрений не привело к изменению общего содержания и запасов гумуса, что свидетельствует о сравнительной устойчивости гумуса в высокогумусированной почве при внесении средних доз минеральных удобрений. Продуктивность же полевых культур возросла в 1,5 раза. Урожай в севообороте без удобрений составил 269, с удобрениями — 397 кормовых единиц с 1 га.

В серых лесных почвах влияние удобрений на содержание гумуса и урожай культур изучалось в шестипольном севообороте (табл. 5). Только ежегодное совместное внесение навоза (8 т/га) и минеральных удобрений (по 60 кг/га действующего вещества NPK) способствовало повышению содержания гумуса в пахотном слое почвы до 30 %. При этом увеличивается доля гуминовых кислот. Внесение невысоких доз (а также одних минеральных удобрений) в серых лесных почвах не предотвращает

Таблица 4

Зависимость запасов гумуса и урожая в серой лесной почве от системы удобрений (Бирское ОПХ)

Доза	Запас гумуса в слое 0—30 см, т/га	$C_{гк}:C_{фк}$	Урожай в севообороте, ц корм. ед. на 1 га
Контроль (без удобр.) . .	142	0,85	85
$N_{150}P_{120}K_{80}$	145	0,85	98
$N_{360}P_{360}K_{160}$	180	0,88	117
$N_{150}P_{120}K_{80}$+40 т/га навоза	182	0,88	113
$N_{360}P_{360}K_{160}$+40 т/га навоза	196	1,09	124

Таблица 5

Зависимость гумусного состояния и урожая яровой пшеницы от эродированности серых лесных почв (Бирский р-н)

Показатель гумусного состояния	Почва		
	Неэродированная	Среднеэродированная	
	Севооборотное поле		После пятилетнего залужения
Содержание в слое 0—20 см, %	4,3	2,7	3,6
Запас (т/га) в слое, см . .			
0—20	91	65	76
0—50	159	101	124
$C_{гк}:C_{фк}$	1,4	1,2	1,3
Урожай яровой пшеницы, ц/га	22,5	11,4	19,1

Таблица 6

Влияние восьмипольных севооборотов и удобрений на содержание гумуса в слое 0—30 см в карбонатном черноземе (Чишминское ОПХ), %

Севооборот	Без удобр.	С удобр. за две ротации севооборотов		
		$N_{240}P_{300}K_{300}$	Навоз, 36 т/га	NPK+навоз
Пропашной	6,74	6,86	6,91	7,00
Плодосменный с люцерной	7,13	7,40	7,40	7,64
Зерно-травяной	6,90	7,17	7,07	7,27

потери запасов гумуса [4]. Параллельно с количеством гумуса изменяется и продуктивность севооборота.

В серых лесных среднеэродированных почвах восполнению запасов гумуса способствовало залужение бобово-злаковой смесью [2]. Для этого использовали травосмесь, состоящую из клевера красного, люцерны гибридной и овсяницы луговой. После пятилетнего залужения запасы гумуса возросли до 23 %, а урожай яровой пшеницы достиг 19 ц/га (выше на 8 ц по сравнению с такой же эродированной, но незалуженной почвой). Почвы, на которых проводили эти опыты, сформировались на элювиально-делювиальных отложениях доломитов и известняков, поэтому соотношение углерода гуминовых кислот и фульвокислот высокое — 1,2—1,4.

В карбонатных черноземах на содержание гумуса также существенное влияние оказывал тип севооборота (табл. 6). Плодосменный севооборот с люцерной способствует увеличению содержания гумуса на 16 % по сравнению с пропашным севооборотом. Вид удобрений (навоз или минеральные) большой роли для содержания гумуса в исследуемых черноземах не играет [5].

К настоящему времени в почвах агроценозов Башкирии сложился устойчивый отрицательный баланс гумуса, в среднем (1985 г.) более 300 кг/га (табл. 7). Основу дисбаланса составили: эрозионные процессы, усиление минерализации почвенного гумуса на фоне интенсификации земледелия, газообразные потери азота, дисбаланс которого восполняется за счет минерализации азотсодержащих органических соединений почв [8]. В связи с этим интенсивность баланса гумуса (процентное отношение количества новообразованного гумуса к количеству минерализованного) характеризует большую напряженность процессов синтеза — минерализации гумуса в пахотных почвах республики. В южной части лесостепной зоны, где широко распространены выщелоченные черноземы, напряженность баланса гумуса сравнительно низкая.

К 1990 г. в республике планируется значительный рост урожая зерновых культур. С этой целью количество органических удобрений будет доведено до 26 млн т, объем минеральных удобрений (по сравнению с 1985 г.) увеличится в 1,5 раза. В этих условиях баланс гумуса прогнозируют положительным для большей части территории и в целом по республике (см. табл. 7). Отрицательным он сохранится в северо-восточной и предуральской степных зонах. Эрозионные потери гумуса также прогнозируют значительными.

Таким образом, гумусное состояние почв Башкирии имеет свои региональные особенности: слабую подвижность гумуса, высокое его содержание в верхнем (0—20 см) слое и укороченный гумусовый профиль. В пахотных почвах в связи с эрозионными потерями и минерализацией органического вещества при интенсивном земледелии создается отрицательный баланс гуму-

Таблица 7

Баланс гумуса в пахотных почвах природно-сельскохозяйственных зон БАССР, кг/га

Зона	Новообразованный гумус			Минерализовано гумуса	Эрозионные потери	Баланс	Интенсивность баланса, %
	из орган. удобр.	из растит. остатков	всего				
Лесостепная							
Северная	137,7 / 231,6	175,6 / 189,8	313,2 / 421,4	568,3 / 389,7	645,5 / 581,0	—255,0 / +31,7	55,1 / 108,1
Северо-восточная	98,6 / 231,5	182,9 / 194,0	281,6 / 425,5	337,1 / 473,2	742,5 / 668,3	—555,5 / —73,1	36,3 / 89,9
Южная	148,7 / 209,2	170,8 / 185,3	319,5 / 394,4	425,5 / 155,7	365,5 / 329,0	—106,0 / +238,7	75,1 / 253,3
Степная							
Предуральская	99,5 / 160,1	166,5 / 176,5	266,0 / 336,6	646,7 / 390,6	891,6 / 802,4	—374,5 / —54,0	41,1 / 86,2
Зауральская	89,4 / 182,3	135,7 / 210,1	225,2 / 392,4	581,5 / 269,4	703,3 / 633,0	—356,3 / +123,0	38,7 / 145,6
Горно-лесная	91,8 / 269,3	120,8 / 174,2	212,6 / 443,5	619,8 / 423,2	500,1 / 450,1	—407,2 / +20,2	34,3 / 104,8
Среднее	116,2 / 195,5	166,4 / 186,3	282,6 / 381,9	592,9 / 336,1	687,5 / 618,8	—310,3 / +45,8	47,7 / 113,6

Примечание. В числителе — 1985 г., в знаменателе — прогноз на 1990 г.

са. Изменения гумусного режима пахотных почв неоднозначны. Они зависят от типа почв, системы и культуры земледелия. Поддержание оптимального гумусного режима в почвах может быть решено проведением комплекса мероприятий на основе балансовых расчетов по природно-сельскохозяйственным районам, в которых предусмотрены в первую очередь:

а) освоение зональных научно обоснованных севооборотов с полями многолетних трав (прежде всего в лесостепных районах);

б) повсеместное выполнение всего комплекса противоэрозионных мероприятий;

в) использование дополнительных источников органических удобрений (сапропели, древесных отходов, соломы, городских и промышленных органических отходов и т. д.); прекращение сжигания на полях остатков соломы, организация в каждом хозяйстве отряда по сбору и компостированию растительных остатков на полях для получения органических удобрений.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Багаутдинов Ф. Я., Хазиев Ф. Х., Мукатанов А. Х., Сосновский В. А. Влияние минеральных удобрений на гумусное состояние типичного чернозема и урожайность культур // Почвоведение. 1986. № 6. С. 74—78.

2. Кириллова С. С. Изменение свойств эродированных серых лесных почв под влиянием многолетних трав // Повышение плодородия почв в условиях интенсивной системы земледелия. Уфа, 1986. С. 137—144.

3. Мукатанов А. Х., Багаутдинов Ф. Я. Состав гумуса эродированных почв Предуралья Башкирии и его изменение под влиянием органических добавок // Агрохимия. 1982. № 2. С. 80—87.

4. Мукатанов А. Х., Халиуллина Л. Р., Шакирова Р. Х. Гумус серых лесных почв // Повышение плодородия почв в условиях интенсивной системы земледелия. Уфа, 1986. С. 33—40.

5. Хабиров И. К., Мукатанов А. Х., Рамазанов Р. Я. Изменение свойств различных горизонтов карбонатного чернозема при длительном использовании // Почвоведение. 1985. № 3. С. 105—109.

6. Хазиев Ф. Х., Багаутдинов Ф. Я., Мукатанов А. Х. Содержание органического вещества в почве в зависимости от обработки, севооборота и урожайности культур // Агрохимия. 1985. № 8. С. 70—75.

7. Хазиев Ф. Х., Герасимов Ю. В., Мукатанов А. Х. и др. Морфогенетическая и агропроизводственная характеристика почв Башкирской АССР. Уфа: БФАН СССР, 1986. 136 с.

8. Хазиев Ф. Х., Курчеев П. А., Хабиров И. К. Анализ баланса органического вещества и элементов питания растений по природно-климатическим зонам Башкирской АССР за 1976—1985 гг. и прогноз его на 1990 г. // Экологические проблемы Агропромышленного комплекса Башкирской АССР. Уфа, 1986. С. 23—24.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Е. В. БЛОХИН

ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ПОЧВ ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

В Уральском экономическом районе почвы Оренбургской области относятся к наиболее богатым по запасам гумуса. Ориентировочно в горизонте А (табл. 1) на всей территории области сосредоточено около $4278 \cdot 10^6$ т гумуса — 345 т/га [1, 2]. Приведенные результаты многолетнего изучения запасов гумуса не могут считаться абсолютными, так как обобщения (в этой и последующих таблицах) показателей 60 и более повторностей на ключевых участках характеризуются систематическими отклонениями в 5—35 %. И зависят они от колебания содержания этого вещества во времени (табл. 2).

Анализ и систематизация материалов по запасам гумуса позволяют представить некоторые тенденции гумусного состояния почв области. Интенсивность минерализации органического вещества снижается от высокогумусных среднемощных разновидностей почв к средне-малогумусным и маломощным. В несмытых черноземах всех подзон снижение гумуса происходит синхронно в горизонтах А и АВ. Однако почти постоянным остается процент содержания гумуса в горизонте АВ по отношению к горизонту А (60—79 %). Интенсивность минерализации гумуса при распашке целины резко снижается (до трех — четырех лет). Далее она не превышает 0,04 % в год (1955—1985 гг.). Резкое снижение запасов гумуса проявляется при разрушении почв эрозией.

Детальные повторные обследования (1963, 1981 гг.) шести районов области показали, что за восемнадцать лет площади эродированных в разной степени почв увеличились с 34,9 до 46,2 тыс. га; доля почв с облегченным гранулометрическим составом и повышенной (за счет почвообразующих пород) карбонатностью возросли на 53 %. Результатом этих изменений явилось резкое снижение содержания гумуса в почвах (табл. 3).

Для эродированных в разной степени почв характерно резкое снижение (более чем на 50 %) содержания гумуса в подпахотном слое по сравнению с пахотным. Баланс гумуса в почвах пашни (при всей условности его расчета) позволяет представить объем минерализации органических веществ при сложившейся

Таблица 1

Зависимость запасов гумуса от структуры почвенного покрова (горизонт А)

Почва	Запас гумуса на участках					Диапазон варьирования запасов, %
	типичных	эродированных	дефлированных	солонцовых	по подзоне	
Черноземы						
Тучные	759/1639	334/260	201/22	—	695/1921	11—29
Обыкновенные	523/2328	288/1238	192/77	75/356	406/3995	8—24
Южные	312/2467	156/1065	99/375	81/919	219/4824	11—31
Темно-каштановая	240/717	78/55	73/218	75/1138	134/2128	14—34

Примечание. В числителе— запасы гумуса, т/га; в знаменателе — площадь, тыс. га.

Таблица 2

Изменения в содержании и запасах гумуса

Почва	Годы обследования	Гумус	
		Содержание, %	Запас, т/га
Черноземы			
Типичные	1940—1973	11,2—9,0	336—270
Обыкновенные	1940—1980	6,5—5,4	195—162
Южные	1958—1970	5,1—4,2	153—126
Темно-каштановая	1958—1970	4,2—3,2	126—96

Таблица 3

Влияние эрозии на изменение содержания гумуса

Чернозем	Содержание гумуса в А, %				
	Целина	Несмытая пашня	Смытая пашня		
			Слабо	Средне	Сильно
Типичный тучный по подзоне	13,5	12,5—10,9	8,5	7,2	6,3
Обыкновенный (Грачевский р-н)	6,9	6,5—7,2	5,7	4,9	2,9
Южный (Общий Сырт)	5,6	4,8—4,5	4,2	4,0	1,8

Таблица 4

Структура посевных площадей и баланс гумуса (1987 г.)

Почва подзон	Пар	Культуры				Баланс, т/га
		Зерновые	Пропашные	Однолетние травы	Многолетние травы	
Черноземы						
Тучные	14/—2,2	61/—0,51	12/—0,11	9/—0,16	4/+0,14	—2,84
Обыкновенные .	12/—2,2	65/—0,41	12/—0,29	7/—0,41	4/+0,12	—3,19
Южные	11/—2,2	67/—0,34	11/—0,08	7/—0,16	4/+0,11	—2,67
Темно-каштановая .	11/—2,2	68/—0,17	8/—0,11	7/—0,04	6/+0,16	—1,72

Примечание. В числителе — % от площадки пашни; в знаменателе — баланс гумуса, т/га (составлен без учета внесения навоза).

структуре посевных площадей и уровнях урожая сельскохозяйственных культур (табл. 4).

При оценке запасов гумуса и расчете его баланса обращают внимание на однотипность структуры посевных площадей по почвенно-климатическим подзонам области. Вероятно, пересмотр их — дополнительная возможность сохранить запасы гумуса. Растительные остатки зерновых культур позволяют предполагать компенсацию гумуса на 30—35 в черноземах типичных, 51 — темно-каштановых, 39—80 % — пропашных. И только многолетние травы (особенно при орошении) определяют расчетный бездефицитный баланс гумуса (103—112 %). Неоднозначно влияют на гумусное состояние почв и типы севооборотов.

По результатам опытов Оренбургского НИИСХ, в пятипольных зернопропашных севооборотах на черноземах обыкновенных снижение количества гумуса в пахотном слое по сравнению с исходным содержанием колебалось от 0,02 до 0,73, в паропропашных — от 0,32 до 0,52 %, при бессменных посевах пшеницы оно составляло 0,24 %.

Установлено также, что внесение 48—86 кг питательных веществ с минеральными удобрениями в первой ротации севооборота при увеличении урожая зерновых культур не приостановило потерю гумуса из пахотного слоя. В условиях системы земледелия, сложившейся в области, с 1977 по 1987 г. среднегодовой дефицит гумуса в подзоне типичных тучных черноземов составил 0,48—0,68, южных черноземах — 0,35—0,46, в темно-каштановых почвах — 0,21—0,36 т/га (см. табл. 4).

Для ведения бездефицитного гумусового хозяйства почвы области недостаточно обеспечены навозом — лишь на 40 %. Планируемое внесение 217,8 тыс. т соломы и навоза не ликвидирует дефицит (более 1,6 млн т) гумуса и в перспективе (табл. 5). Установлено, что внесение навоза в количестве менее 10 т/га не влияет решающим образом на восстановление гумуса. Однако и внесение органических удобрений в темно-каштановую поч-

Таблица 5

Ориентировочный баланс гумуса в 1990 г., тыс. т

Почва	Гумус						Дефицит
	Расход	Приход					
		с орган. удобр.	с соломой озимых культур	с многолетн. травами	с корневыми остатками	Всего	
Черноземы							
Тучные типичные	1220	251	273	30	412	966	254
Обыкновенные	1902	397	366	54	656	1473	429
Южные	1514	310	293	36	520	1159	355
Темно-каштановая	1368	203	79	51	462	795	573

ву более 50 т/га (как показали наши исследования) не оправдано ни экономически, ни с точки зрения гумусообразования. Степень гумификации снизилась с 0,09 до 0,06 т гумуса на каждую тонну внесенного навоза. Основными путями регулирования гумусного состояния остаются рациональная технология обработки, подбор культур и другие агрономические приемы оптимизации прихода-расхода органической массы в почву.

Результаты исследований (табл. 6) позволяют выявить некоторые тенденции процессов накопления и преобразования органических веществ в почвах пашни области. Омечается снижение накопления органических остатков и интенсивности степени их гумификации от черноземов обыкновенных к южным и темно-каштановым почвам. Распашка целины снижает общий запас органических веществ (ОВ), но усиливает процесс гумификации их. Плоскорезная обработка почв (в отличие от отвальной) в поверхностном слое пашни накапливает больше ОВ. Однако степень их гумификации при плоскорезной обработке значительно ниже по сравнению с отвальной и безотвальной. Нечто подобное наблюдается при плоскорезной обработке и в почвах под посевами многолетних (особенно бобовых) трав.

Следует отметить и отличия в характере гумификации органических веществ трав и стерневых остатков при плоскорезной обработке. Семилетнее выращивание люцерны при орошении способствовало повышению гумуса в черноземах южных на 0,05—0,09 %. Шестнадцатилетнее применение плоскореза на темно-каштановых почвах по результатам наших анализов, полученных при 30—60-кратной повторности, показало на небольшое (0,10—0,12 %) повышение содержания гумуса по сравнению с отвальной обработкой. Однако математически достоверность не подтверждается. Внесение навоза повышает не только накопление ОВ, но и степень их гумификации. Отмечается, что по-

Таблица 6

Изменения запасов органической массы и гумуса в зависимости от технологических приемов использования почвы

Почва, технологические приемы	Слой, см					
	0—5		10—20		25—35	
	I	II	I	II	I	II
Чернозем обыкновенный						
Целина	97/52	63	84/49	58	79/49	62
Пашня 25-летн. . .	59/47	79	59/46	78	53/39	73
Чернозем южный						
Плоскорезная обработка (4 года) . .	32/12	35	69/33	48	67/26	39
Отвальная (4 года)	27/14	52	64/24	38	80/26	33
Безотвальная (4 года)	29/12	41	46/13	28	61/26	43
Плоскорезная+навоз 40 т/га . . .	38/20	53	70/31	51	68/31	50
Отвальная+навоз 40 т/га	36/20	67	75/35	47	80/27	32
Безотвальная+навоз 40 т/га	30/16	53	52/25	48	61/26	43
Люцерна без полива	49/23	46	109/56	51	130/38	29
Люцерна орошаемая	56/25	44	97/56	57	98/45	46
Темно-каштановая						
Плоскорезная обработка (16 лет) . .	41/8	19	79/22	27	84/19	23
Отвальная (16 лет)	36/10	28	99/18	31	95/40	42
Плоскорезная обработка+навоз . . .						
25 т/га	43/10	23	84/23	27	84/22	37
50 т/га	44/11	27	81/28	34	81/25	31
100 т/га	76/39	49	87/29	33	98/34	35
Житняк 8-летн. . .	52/13	25	92/22	24	94/14	15

Примечание. I — запас, т/га (в числителе — орган. остатков, в знаменателе — гумуса); II — гумус от орган. остатков, %.

следняя усиливается в почвах под посевами культур по сравнению с их паровым состоянием. Применение органических удобрений способствует повышению запасов ОВ, усиливает процессы гумификации при сохранении отмеченных тенденций по видам обработок и подтипам почв (см. табл. 5).

Краткосрочные (три года) и немногочисленные пока исследования, проведенные нами на южных черноземах, позволяют предполагать, что при отвальной обработке почв (в отличие от плоскорезной) от внесенного навоза образуется больше водорастворимого гумуса — 4,1 против 1,1 % от общего его содержания. Для изучения гумусного состояния почв необходимы более глубокие исследования органического вещества в целях разработки направленного регулирования процесса гумифика-

Таблица 7

Оценка гумусного состояния почв

Почва, технология ее использования	Глубина образца, см	Гумус, %	Тип гумуса, $C_{гк}:C_{фк}$	Степень гумификации, $C_{гк}:C_{общ}$	Обеспеченность азотом, C:N
Чернозем типичный тучный (отвальная обработка)					
Неэродированный	0—26	10,3	2,51	47	12
	25—38	9,7	2,48	43	14
Сильносмытый	0—24	7,8	1,42	44	10
	24—34	5,3	0,92	39	9
Чернозем обыкновенный (отвальная обработка)					
Неэродированный	0—16	6,3	1,80	33	10
	26—36	5,4	1,10	23	11
Сильносмытый	0—30	2,6	0,60	21	5
	30—40	2,4	0,20	17	11
Чернозем обыкновенный (орошаемый 25 лет)	0—30	7,2	0,19	10	12
	30—50	5,0	0,11	9	12
Чернозем южный (отвальная обработка)	0—10	2,9	2,76	26	12
	34—44	2,7	1,72	28	11
Темно-каштановая почва					
Плоскорезная обработка	0—10	2,1	2,85	18	16
	10—20	2,1	2,13	19	16
То же+навоз, т/га					
50	0—10	4,1	1,72	22	8
	10—20	4,4	2,12	22	8
75	0—10	3,15	2,11	23	9
	10—20	3,50	1,11	18	9
100	0—10	2,97	2,23	22	9
	10—20	7,56	3,15	22	4
Житняк 8-летн.	0—10	3,67	1,21	19	20
	10—20	1,48	1,45	19	15
Солонец многонатриевый	0—8	3,90	0,95	13	12
	8—18	2,66	0,60	10	12
Солонец остаточно-натриевый	0—10	3,84	1,03	16	12
	10—20	1,53	0,49	13	12

ции (следует учесть условность определяемых величин, полученных при анализах и особенно при расчетах).

В области накоплен пока немногочисленный материал по детальной характеристике гумуса. Однако и из того, что имеем (табл. 7), можно наметить определенные тенденции оценки изменений и прогноза гумусного состояния почв. Общие запасы гумуса в слое 0—20 см, по принятым критериям [3], оцениваются как высокие в черноземах и средние — в темно-каштановых почвах (см. табл. 1). Тип гумуса преобладает гуматный. Однако подпахотные слои сильно смытых почв и солонцов близки к гуматно-фульватному. Мелиорации почв (орошение и вне-

сение больших доз органических удобрений) резко изменяют естественный, присущий почвам подзоны процесс гумусообразования (см. табл. 7). Внесение навоза сопровождается обогащением почв азотом (изменяется отношение углерода к азоту). Это способствует повышению показателя степени гумификации по сравнению с таковым в почвах подзоны. Резко, но без достоверной закономерности, неустойчиво по времени повышается содержание гумуса при внесении навоза. Обоснованнее было бы считать эти синтезированные органические вещества «прогумусом».

Ирригационная мелиорация на типичных и обыкновенных черноземах определяет (при слабой и средней интенсивности гумификации, но при высоких отношениях C : N, гумусности) фульватный тип гумуса, характерный только для луговых почв. В зональных немелиорированных почвах отмечается низкая и очень низкая степень обогащения гумуса азотом по отношению к углероду, почти неизменная по почвам подзон.

Степень гумификации снижается от типичных тучных к южным и темно-каштановым почвам и солонцам. Почвы при плоскорезной обработке в пахотном слое характеризуются пониженным показателем степени гумификации в отличие от почв отвальной обработкой (см. табл. 6). Многолетние определения запасов гумуса свидетельствуют, что достоверное увеличение их прослеживается только на полях, засеянных травами. При применении разных видов обработок повышение запасов математически не подтверждено.

Общий запас органических остатков (результат определения потери от прокаливания) составляет в пахотном слое (0—20 см) от 5 до 64, в подпахотном — от 3 до 81 т/га. По возрастанию массы прихода органических остатков можно предположить ряд: житняк, зерновые, костер, эспарцет, люцерна. Распределение органики по профилю почв, обработанных разными способами, и под травами неодинаково. При отвальной обработке в слое 0—10 см сосредоточено около 16 % органики, при плоскорезной — 52—53 %. Отвальная вспашка нивелирует распределение органики по профилю пахотного слоя.

По показателю распределения запасов органики по профилю почв действие плоскорезной обработки близко к влиянию посевов многолетних бобовых трав. Прослеживается тенденция усиления интенсивности гумификации (по показателю процента гумуса от содержания органики) в слое 0—15 см при отвальной обработке (83—84 %), снижение ее при плоскорезной и посевах трав (38—49 %) и повышения с глубиной (в слое 15—30 см) до 40—70 %. Доля гумуса от общего запаса органических остатков достоверно выше в почвах, занятых бобовыми травами, чем зерновыми культурами (свыше 60 %).

Отвальная вспашка, внесение больших доз органических веществ, распашка трав не влияет на резкое повышение содержания всех форм азота, гумуса и нивелируют распределение их

по пахотному слою. В целом можно высказать предположение, что плоскорезная обработка способствует до некоторой степени дифференциации профиля, подобно условиям, складывающимся на целине и при посевах трав. Однако десяти-семнадцатилетние наблюдения не позволяют еще четко проследить за всеми изменениями гумусного состояния почв. Прямой связи между содержанием гумуса, количеством живой и мертвой растительной массы обнаружить не удалось. Это подтверждает сложную и еще не познанную природу гумусообразования. К тому же чернозем, как показывают и наши исследования, характеризуется «монотонностью» процессов, стабильностью состояния гумуса и «нетемпераментностью».

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Андреева В. М., Клементьев А. И., Блохин Е. В. Гумусовый фонд почв Оренбургской области и вопросы его направленного регулирования // Проблемы увеличения урожаев и повышение качества продукции в растениеводстве. Уфа, 1985. С. 29—38.

2. Блохин Е. В., Клементьев А. М. К проблеме охраны и воспроизводства почвенных ресурсов Оренбургской области // Там же. С. 23—29.

3. Орлов Д. С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1985. 376 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

А. Ш. ИШЕМЬЯРОВ

ГУМУСОВЫЕ РЕСУРСЫ ПОЧВ ЮЖНОГО УРАЛА И ИХ КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ВЗАИМОСВЯЗЬ С ПРОДУКТИВНОСТЬЮ АГРОЦЕНОЗОВ

В условиях интенсивной системы земледелия особую актуальность приобретают изучение количественной оценки взаимосвязи между факторами почвенного плодородия и продуктивностью агроценозов и разработка на этой основе практических приемов их оптимизации.

Исследователи, рассматривая плодородие как сложное интегральное свойство почвы, отмечают [2], что одни факторы плодородия — ведущие, фундаментальные, с глобальным воздействием на всю почвенную систему, другие — производные от ее фундаментальных свойств. К числу первых относится и гумус почвы — не только биоэнергетическая основа плодородия и источник питания растений в агроэкологических системах, но и своего рода гарант и стабилизатор всех почвенных процессов. В основном все агрономические ценные свойства почв (высокая буферность и сопротивляемость к неблагоприятным воздействиям как естественного, так и техногенного происхождения; устойчивость и нормальное функционирование агроэкологических систем в экстремальных условиях) теснейшим образом связаны с содержанием, характером профильного распределения и общими запасами гумуса в почвах.

Анализируя результаты длительных многофакторных полевых опытов, А. М. Лыков [5] отмечает, что теоретическое обоснование влияния органического вещества на плодородие пахотных почв необходимо осуществлять на двойной основе: с одной стороны, через выявление связи между гумусированностью и важнейшими агрономическими свойствами почвы, с другой — между содержанием в почве органического вещества и урожаями полевых культур.

Для черноземных почв Южного Урала нами установлено, что гумус обнаруживает тесную корреляционную взаимосвязь со многими агрономически ценными свойствами почвы: содержанием частиц менее 0,01 мм в гранулометрическом составе ($\mu = 0{,}78—0{,}83$); общей порозностью ($\mu = 0{,}77—0{,}81$); водопро-

ницаемостью (μ=0,84—0,87); наименьшей влагоемкостью (μ=0,88—0,91); pH среды (μ=0,70—0,73); суммой обменных оснований (μ=0,69—0,71); содержанием подвижного фосфора (μ=0,84—0,89); минерального азота (μ=0,87—0,91); продуцированием CO^2 (μ=0,87—0,89). Приведенные коэффициенты корреляции подтверждают высокую степень детерминированности параметров плодородия гумусированностью почв и свидетельствуют об ответственности гумуса за нормальное функционирование современных агроценозов.

В последние годы многие исследователи отмечают тенденцию к дегумификации пахотных почв в основных земледельческих районах страны. По обобщенным данным В. В. Егорова [1], черноземы Украины за период с 1935 по 1957 г. потеряли 0,8—1,2 % гумуса от массы почвы. Краснодарские черноземы за четверть века стали менее гумусными — в среднем на 1,3 %. Ряд авторов [4] отмечают, что черноземы Молдавии за сто лет (1860—1960) на площади 1,5 млн га потеряли 90 млн т гумуса (60 т/га), утрачена примерно четвертая часть. Высокая дегумификация установлена для карбонатных черноземов Ростовской области, которые за полвека потеряли 32—38 % гумуса на пашне по сравнению с целиной.

По данным В. А. Ковды [3], суммарное уменьшение гумусовых ресурсов в пахотных почвах страны за минувшее восьмидесятилетие достигло 40—50 % (по отношению к началу века). Каждый сантиметр смытого гумусового горизонта почвы снижает потенциальные урожаи на полях на 0,5—2,0 ц/га.

Из-за сложного геоморфологического строения территории (в среднем расчисленность составляет 1,7 км/км^2, а уклон пашни — 4,1°) пахотные почвы Южного Урала характеризуются значительной подверженностью смыву, вследствие этого — небольшими гумусовыми ресурсами. Так, в относительно маломощных (А+АВ=46,7±3,4 см, σ=40,8, V=87 %, P=7,3 %), но более гумусированных (7,81±0,23 %, σ=2,76, V=35 %, P=2,9 %) черноземах Южного Урала (по сравнению с европейскими аналогами) в верхней половине гумусового слоя сосредоточено около 60—65, в нижней — 30—35, а в горизонте В всего 5—10 % запасов гумуса.

Сравнительная оценка состояния гумусовых ресурсов целинных и пахотных черноземов (распаханных в 1955—1958 гг.) показывает, что за последние 35 лет потеря гумуса составляет 20—25 % от исходных его запасов. Значительные площади некогда мощных тучных черноземов трансформировались в среднемощные, среднегумусные, которые перешли в разряд маломощных и малогумусных почв. Вследствие этого пахотные почвы начали терять выработанные веками буферные способности противостоять негативным воздействиям внешних сил. Снизилась противоэрозионная устойчивость, заметно ухудшилась общеэкологическая обстановка в агроландшафтах, и функцио-

нирование агроценозов приобрело неустойчивый характер. Поэтому в условиях дальнейшей интенсификации земледелия и широкого внедрения современных технологий возделывания сельскохозяйственных культур особо возросла проблема гумуса в аспекте как его воспроизводства, так и установления количественных градаций, обеспечивающих нормальное, а в перспективе и оптимальное функционирование высокопродуктивных агроценозов. Это обстоятельство породило проблему не только оптимизации, но и количественного установления предельно допустимого (нижнего) уровня гумусовых ресурсов (мощности гумусового слоя, содержания и запасов гумуса), при котором почвы еще можно сохранить от дальнейшей безвозвратной деградации, воспроизвести их внесением высоких доз органических удобрений и посевом многолетних трав с бобовыми компонентами.

И, наконец, главное — необходимость количественного установления меры плодородия и продуктивности агроценозов в зависимости от параметров гумусного потенциала. Следует отметить, что современное состояние гумусового потенциала почв Южного Урала в основном сложилось под воздействием резко сменяющихся в широтном направлении природных условий почвообразования.

Преобладающий почвенный фон — черноземы и серые лесные почвы. В подтиповом распределении их наблюдается строгая широтная закономерность. В лесостепной зоне распространены (с севера на юг) светло-серые, серые, темно-серые лесные почвы, черноземы оподзоленные и выщелоченные. В степной — черноземы типичные, обыкновенные и южные. Мощность гумусового горизонта серых лесных почв в зависимости от подтиповой принадлежности колеблется от 25 до 53 см, а содержание гумуса — от 3,2 до 9,7 %. Запасы гумуса изменяются от 87 до 403 т/га (табл. 1). Основная масса валового гумуса (80—90 %) сконцентрирована в верхнем полуметровом слое почвы. Установлена тесная корреляционная взаимосвязь между урожайностью зерновых культур и мощностью гумусового слоя (μ=0,91—0,96), содержанием гумуса (μ=0,90—0,97) и его запасами (μ=0,94—0,98). Коэффициенты детерминации (81—96 %) подтверждают решающую роль гумуса в условиях серых лесных почв для формирования урожая. Связь между основными параметрами гумусного состояния почв и урожайностью зерновых культур аппроксимируется уравнением прямолинейной регрессии (табл. 2—4).

В зависимости от гумусных ресурсов многолетняя средняя урожайность зерновых культур по подтипам серых лесных почв колеблется от 14,4 до 19,1 ц/га. Значение меры параметров гумусного состояния в формировании урожая возрастет по мере уменьшения их абсолютных значений. Если на светло-серых лесных почвах за счет 1 см гумусового слоя формируется

Таблица 1

Основные параметры гумусных ресурсов

Природная зона, подзона	Преобладающая почва	Число случаев, n	Мощность гумусового горизонта, см				Содержание гумуса, %				Запасы гумуса, т/га			
			$M \pm m$	σ	V, %	$P_{0,95}$	$M \pm m$	σ	V, %	$P_{0,95}$	$M \pm m$	σ	V, %	$P_{0,95}$
Лесостепь	Лесная													
Северная	Светло-серая	108	25±1,4	14,6	59	5,6	3,2±0,18	1,9	58	5,6	87±5,3	55	63	6,1
	Серая	104	32±1,9	19,4	62	6,1	5,6±0,31	3,2	56	5,5	192±10,1	103	54	5,3
	Темно-серая	112	53±3,2	33,9	64	6,0	6,9±0,35	3,7	54	5,1	403±19,4	205	51	4,8
Северо-восточная	Темно-серая	132	32±2,1	24,1	74	6,5	9,7±0,48	5,5	57	4,9	345±18,1	208	60	5,2
	Чернозем													
	Выщелоченный	111	38±2,3	24,2	63	6,0	10,8±0,47	5,0	46	4,4	456±21,2	223	49	4,6
Южная	Оподзоленный	142	57±3,4	40,5	71	5,9	9,1±0,32	3,8	42	3,5	571±22,7	271	47	4,0
	Выщелоченный	167	63±3,8	49,1	78	6,0	9,8±0,38	4,9	51	3,4	680±33,9	438	64	5,0
Степь														
Предуральская	Типичный	128	57±3,1	35,1	62	5,5	8,3±0,26	2,9	35	3,1	517±20,6	233	45	4,0
	Типичный карбонатный	121	49±2,9	31,9	66	6,0	7,8±0,18	2,0	25	2,3	416±20,0	220	53	3,9
Зауральская	Обыкновенный	112	49±3,0	31,7	64	6,1	6,9±0,14	1,5	21	2,0	373±15,7	166	45	4,2
	Южный	106	44±2,6	26,8	61	5,9	5,8±0,19	2,0	34	3,3	278±13,8	142	51	5,0

Таблица 2

Сопряженность корреляционной взаимосвязи между мощностью гумусового горизонта и урожайностью зерновых культур (1961—1980 гг.)

Природная зона, подзона	Преобладающая почва	μ	m_μ	t_μ	d_{yx}, %	$y=a+bx$
Лесостепь	Лесная					
Северная	Светло-серая	0,96	0,03	32,0	92	$y=2,77+0,47x$
	Серая	0,94	0,03	31,4	88	$y=2,31+0,44x$
	Темно-серая	0,91	0,04	22,8	83	$y=2,12+0,32x$
Северо-восточная	Темно-серая	0,95	0,03	31,7	90	$y=6,17+0,38x$
	Чернозем					
	Выщелоченный	0,89	0,04	23,3	79	$y=7,10+0,36x$
Южная	Оподзоленный	0,84	0,05	16,8	71	$y=7,36+0,29x$
	Выщелоченный	0,78	0,05	15,6	61	$y=8,65+0,27x$
Степь						
Предуральская	Типичный	0,80	0,05	16,0	64	$y=5,38+0,31x$
	Типичный карбонатный	0,81	0,05	16,2	66	$y=4,44+0,33x$
Зауральская	Обыкновенный	0,92	0,04	23,0	85	$y=0,40x-2,84$
	Южный	0,93	0,04	23,3	86	$y=0,46x-4,69$

Примечание. Здесь в табл. 3, 4: μ — коэффициент корреляции; m_μ — ошибка, t_μ — достоверность коэффициента корреляции; d_{yx}, % — коэффициент детерминации; $y=a+вx$ — уравнение прямолинейной регрессии.

Таблица 3

Сопряженность корреляционной взаимосвязи между содержанием гумуса и урожайностью зерновых культур (1961—1980 гг.)

Природная зона, подзона	Преобладающая почва	μ	m_μ	t_μ	d_{yx}, %	$y=a+bx$
Лесостепь	Лесная					
Северная	Светло-серая	0,97	0,02	47,0	94	$y=4,51+3,10x$
	Серая	0,95	0,03	30,0	90	$y=0,92+2,70x$
	Темно-серая	0,90	0,04	20,3	81	$y=2,55+2,40x$
Северо-восточная	Темно-серая	0,80	0,03	21,3	64	$y=5,15+1,37x$
	Чернозем					
	Оподзоленный	0,72	0,07	7,4	52	$y=6,77+1,32x$
Южная	Оподзоленный	0,84	0,05	14,2	71	$y=2,68x-0,50$
	Выщелоченный	0,81	0,05	13,2	66	$y=2,73x-1,07$
Степь						
Предуральская	Типичный	0,86	0,05	14,8	74	$y=3,93+2,29x$
	Типичный карбонатный	0,87	0,04	19,0	76	$y=2,42+2,31x$
Зауральская	Обыкновенный	0,89	0,04	19,8	79	$y=3,11x-4,62$
	Южный	0,91	0,04	20,8	83	$y=3,42x-4,47$

58,2 кг/га урожая, то на темно-серых лесных подтипах урожайность снижается до 36 кг/га. Аналогичная закономерность наблюдается по содержанию и запасам гумуса (табл. 5).

Лесостепные черноземы Южного Урала — наиболее гумусированные почвы региона. Обладают высоким потенциальным плодородием. Мощность их гумусового горизонта колеблется от 38 до 63 см, содержание гумуса — от 9,1 до 10,8 %, а его запасы — от 456 до 680 т/га. Многолетняя средняя урожайность зерновых культур составляет на оподзоленных черноземах 23,9, а на выщелоченных — 25,7 ц/га. Коэффициенты корреляции составляют по мощности гумусового горизонта 0,78—0,84, содержанию гумуса — 0,81—0,84, а по его запасам — 0,81—0,89.

Черноземы степной зоны характеризуются меньшими значениями параметров гумусного состояния по сравнению с лесостепными подтипами. В условиях степного Зауралья мощность гумусового горизонта уменьшается с 57 в типичных черноземах до 44 см в южных. Соответственно снижаются содержание гумуса (с 8,3 до 5,8 %) и его запасы (с 517 до 278 т/га). Урожайность зерновых культур в зависимости от подтипов колеблется от 15,4 до 22,9 ц/га. Наибольшая урожайность наблюдается на типичных, а наименьшая — на южных черноземах Зауралья.

В условиях степной зоны с недостаточным количеством атмосферных осадков значительно возрастает роль гумуса в формировании урожая по сравнению с лесостепными черноземами, о чем свидетельствуют более высокие коэффициенты корреляции урожая с мощностью гумусного горизонта ($\mu=0{,}80—0{,}93$), содержание гумуса ($\mu=0{,}86—0{,}91$) и его запасами ($\mu=0{,}82—0{,}94$). Заметно увеличивается урожай, формирующийся на меру содержания гумуса (244—276 кг/га) и его запасов (4—6 кг/га).

В среднем в условиях Южного Урала потеря 1 см гумусового слоя в черноземных почвах приводит к снижению урожайности зерновых культур на 41—42 кг, а 1 % гумуса — на 250—260 кг/га. Отсюда становится понятной необходимость разработки теории и практики воспроизводства и управления гумусным потенциалом почв с учетом особенностей всех слагающих его параметров.

В современных агроценозах сложилось несколько количественных уровней гумусированности почв: высокий — с содержанием гумуса более 9, средний — 6—9, низкий — 4—6 и очень низкий — менее 4 % (см. рисунок). Как видно из приведенной схематической карты содержания гумуса в почвах Башкирии, основные массивы пахотных угодий республики характеризуются средней и низкой обеспеченностью гумусом. От содержания гумуса зависят плодородие почв и продуктивность агроценозов. По данной классификации, к очень низко- и низкогумусированным относятся дерново-подзолистые, светло-серые, серые лесные

Таблица 4

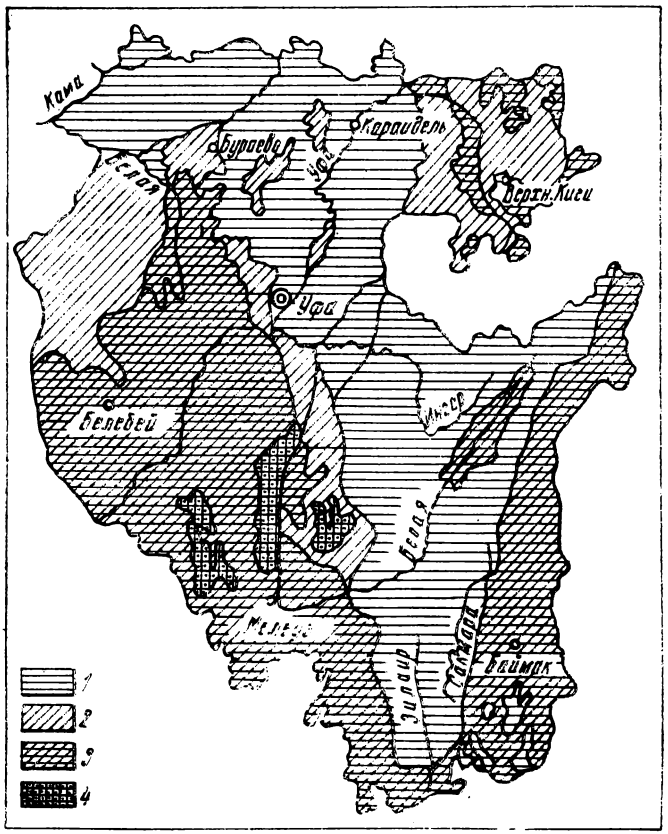
Сопряженность корреляционной взаимосвязи между запасами валового гумуса и урожайностью зерновых культур (1961—1980 гг.)

Природная зона, подзона	Преобладающая почва	μ	m_μ	t_μ	d_{xy}, %	$y=a+вx$
Лесостепь	Лесная					
Северная	Светло-серая	0,98	0,02	48,0	96	$y=1,38+0,15x$
	Серая	0,97	0,02	47,0	94	$y=0,09x-1,24$
	Темно-серая	0,94	0,03	29,3	88	$y=0,05x-1,04$
Северо-восточная	Темно-серая	0,88	0,04	19,3	77	$y=8,09+0,03x$
	Чернозем					
	Оподзоленный	0,83	0,05	13,8	69	$y=2,68+0,04x$
Южная	Оподзоленный	0,81	0,05	13,2	66	$y=0,06x-10,37$
	Выщелоченный	0,89	0,05	12,4	62	$y=0,05x-8,32$
Степь						
Предуральская	Типичный	0,82	0,05	13,4	67	$y=2,25+0,04x$
	Типичный карбонатный	0,84	0,05	14,2	71	$y=0,05x-0,36$
Зауральская	Обыкновенный	0,90	0,04	20,3	81	$y=1,92+0,04x$
	Южный	0,94	0,03	29,3	88	$y=0,06x-1,31$

Таблица 5

Урожайность зерновых культур на меру факториального признака (1961—1980 гг.)

Природная зона, подзона	Преобладающая почва	Урожай, ц/га	Урожай, кг на,		
			1 см гумусового слоя	1% гумуса	1 т/га гумуса
Лесостепь	Лесная				
Северная	Светло-серая	14,43	58,2	450,9	16,6
	Серая	14,06	51,4	286,4	8,4
	Темно-серая	19,11	36,0	277,0	4,7
Северо-восточная	Темно-серая	18,44	57,1	190,1	5,4
	Чернозем				
	Выщелоченный	20,92	54,5	193,7	4,6
Южная	Оподзоленный	23,89	41,9	262,5	4,2
	Выщелоченный	25,68	40,7	262,0	3,8
Степь					
Предуральская	Типичный	22,93	40,5	276,3	4,4
	Типичный карбонатный	20,44	42,1	262,1	4,9
Зауральская	Обыкновенный	16,84	34,2	244,1	4,5
	Южный	15,37	35,3	265,0	5,5



Карта-схема содержания гумуса в почвах Башкирской АССР:
1 — менее 4; *2* — 4—6; *3* — 6—9; *4* — более 9 %.

почвы, сильно- и среднесмытые разности черноземов; среднегумусированным — темно-серые лесные почвы и черноземы степной зоны; высокогумусированным — выщелоченные и типичные черноземы лесостепи.

Результаты многолетних исследований плодородия почв (огородных, ГСУ, базовых хозяйств) и многофакторных полевых опытов показывают, что для поддержания бездефицитного баланса гумуса необходимо вносить органические удобрения из расчета не менее 12—15 т/га севооборотной площади и внедрять севообороты с многолетними травами, почвозащитную технологию обработки почвы. Оптимальные параметры гумусного состояния для серых лесных почв устанавливаются при 5,9—6,4 % гумуса (в слое 25—27 см), а для черноземов — при 9,3—9,5 % в слое 75—90 см.

Следует иметь в виду, что оптимальным можно считать та-

кое гумусное состояние почв, которое благоприятно для получения запланированного урожая при обязательном условии наиболее эффективного использования вносимых удобрений и максимальной эффективности агротехнических приемов. Почва с оптимальным характером гумуса должна быть максимально устойчива к действию разрушающих факторов (эрозии, дефляции) или других процессов, снижающих ее плодородие [6]. С учетом этого нами составлена модель плодородия (урожая) почв Южного Урала по параметрам гумусного состояния, которая аппроксимируется уравнением множественной регрессии следующего вида:

$$y = 20{,}004 - 0{,}263 \cdot x_1 - 1{,}002 \cdot x_2 + 0{,}062 \cdot x_3,$$

где y — урожайность зерновых культур, ц/га; x_1 — мощность гумусового слоя, см; x_2 — содержание гумуса, %; x_3 — запасы гумуса, т/га.

Эта модель может быть использована для прогнозной оценки продуктивности агроценозов и установления первоочередности размещения культур, возделываемых по интенсивным технологиям. На черноземных почвах Южного Урала с оптимальными значениями параметров гумусного состояния и при многолетних средних показателях погодно-климатических условий возможно получение урожая зерновых культур 40—45 ц/га.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Егоров В. В. Значение почвенных исследований в решении Продовольственной программы // Доклады Генерального симпозиума VI съезда ВОП. Тбилиси, 1981. С. 3—15.

2. Каштанов А. Н., Лыков А. М., Кауричев И. С. Плодородие почвы в интенсивном земледелии: теоретические и методологические аспекты // Вестн. с.-х. науки. 1983. № 12. С. 60—68.

3. Ковда В. А. Советское почвоведение на службе сельского хозяйства СССР // Доклады Генерального симпозиума VI съезда ВОП. Тбилиси, 1981. С. 40—61.

4. Крупеников И. А., Гаврилюк Ф. Я., Давлятшин И. Д. и др. Рациональное использование, охрана и повышение продуктивности почв степной зоны СССР // Там же. С. 160—178.

5. Лыков А. М. Страж плодородия. М.: Моск. рабочий, 1976. 112 с.

6. Орлов Д. С. Химия почв. М.: Изд-во МГУ, 1985. 376 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

А. Х. МУКАТАНОВ

ГУМУС ГОРНО-ЛЕСНЫХ ПОЧВ ЮЖНОГО УРАЛА

На Южном Урале существует большое разнообразие типов почв, которые мы рассматриваем как географо-экологическую группу горных почв. Специфика их состоит в прогрессирующем увеличении элементов питания в малом биокруговороте, что обусловлено господством здесь лесной растительности. Она обеспечивает преобладание дернового процесса над элювиальным, в результате чего в верхних горизонтах (до 20 см) сосредоточены основные запасы гумуса. Выраженность дернового процесса связана с изменениями климата по высотным поясам, а при спорных климатических условиях — с составом почвообразующих пород и фитоценозов [5]. По биохимической активности перегнойно-аккумулятивного горизонта горно-лесные почвы в зависимости от состава фитоценозов образуют следующий убывающий ряд: липняки — ельники — березняки — сосняки [4].

В исследуемых горно-лесных (бурых, дерново-подзолистых, серых, дерново-карбонантных, черноземовидных) почвах содержание гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте коррелирует с количеством микроорганизмов ($r = +0{,}92$) и составляет 6—14 %. Однако основная масса гумуса лесных почв среднегорного пояса сосредоточена в верхнем слое (3—10 см): это горно-лесные бурые, светло-серые и серые почвы. В горно-лесных дерново-карбонатных выщелоченных, темно-серых лесных, черноземовидных почвах мощность перегнойно-аккумулятивного горизонта составляет более 15—20 см.

На запасы гумуса горных почв Южного Урала большое влияние оказывает мощность мелкоземистой толщи, в зависимости от которой типы и подтипы почв разделены на мало- (20—40), неполно- (40—80) и полноразвитые (более 80 см). Широкое распространение здесь получили примитивные органогенно-щебнистые почвы. Под лесами они характеризуются наличием довольно мощного органогенного горизонта (до 20 см), резко сменяющегося толщей щебня коренных пород, почти лишенного мелкозема.

По процентному содержанию гумуса в перегнойно-аккумулятивном горизонте выделяют три группы горно-лесных почв: дерново-подзолистые, светло-серые, серые и дерново-карбонат-

ные выщелочные (среднее содержание гумуса — 8 %); темно-серые и черноземовидные лесные (высокое — 10,5); лесные бурые и серые лесные малоразвитые (содержание гумуса сильно варьируется — от 4 до 15 %). Запасы гумуса (табл. 1) в исследуемых почвах возрастают от малоразвитых (90—110 т/га) к неполноразвитым (110—290) и полноразвитым (более 300 т/га). В черноземах межгорных долин запасы гумуса в почвенном профиле достигают 500—600 т/га [1].

По соотношению $C_{гк}:C_{фк}$ гумус горно-лесных почв Южного Урала подразделяется на гуматно-фульватный и фульватно-гуматный типы. В горно-лесных бурых и дерново-подзолистых почвах в составе гумуса большую роль играют подвижные гуминовые кислоты фракции I, а в горно-лесных темно-серых и дерново-карбонатных почвах преобладают фракции II гуминовых кислот и фульвокислот. Горно-лесные серые почвы характеризуются одинаковым количеством фракций I+Ia и II. В них же отмечены близкие величины соотношений $C_{гк}:C_{фк}$ и фракций I+Ia к фракции II [3].

По способности гумуса концентрировать в перегнойно-аккумулятивном горизонте поглощенные основания [7] среди горно-лесных почв Южного Урала выделяют четыре группы. В первую входят горно-лесные бурые кислые, в которых гумус насыщен поглощенными основаниями (на 100 г — около нуля); во вторую — горно-лесные дерново-подзолистые и светло-серые (100 мг·экв); в третью — горно-лесные серые (100—200 мг·экв); в четвертую — горно-лесные темно-серые, дерновые, черноземовидные, дерново-карбонатные (более 200 мг·экв). В какой-то степени отмеченная зависимость прослеживается в исследованных почвах и между содержанием подвижного железа и гумуса.

Большой интерес представляют исследования гумусовых кислот по содержанию связанных аминокислот и углеводов, а также связи гуминовых кислот и фульвокислот с элементами минеральной части почв. В препаратах фульвокислот, выделенных из перегнойно-аккумулятивного горизонта серой лесной почвы и черноземы выщелоченного (с зольностью 8—9 %), по нашим исследованиям, содержание окислов кальция составило по 0,2, окислов железа — 1,61 и 1,95 % соответственно. В препаратах черных гуминовых кислот (с зольностью 8,4 и 11,6 %) содержание окислов кальция равнялось 0,12 и 0,16, окислов железа — 4,2 и 4,6 %.

Антропогенные воздействия оказывают значительное влияние на гумусообразование горных целинных почв (особенно полноразвитых). При сельскохозяйственном использовании в первые годы запасы гумуса несколько возрастали. Однако при этом ухудшались водные свойства почв. Происходит сравнительно быстрая утрата прежних свойств, присущих лесному почвообразовательному процессу.

Таблица 1

Некоторые показатели гумусного состояния горно-лесных почв

Горизонт	Глубина, см	Содержание гумуса по Тюрину, %	Объемная масса, г/см³	Запасы гумуса в профиле, т/га	C : N	$C_{гк} : C_{фк}$	$Ca^{++}+Mg^{++}$	Fe_2O_3
							содержание гумуса	
Бурая кислая (92—76. Лес—5Е4П1Б)								
Адер.	1—6	13,40	0,80	142	14,9	0,90	0,9	0,7
A1	6—10	4,55	0,90	—	9,3	0,95	1,5	1,6
AB	15—25	2,63	1,15	—	6,0	0,85	1,8	1,9
BC	50—60	0,68	1,26	—	4,8	0,70	20,0	7,4
Светло-серая (44—71. Лес—8Б2С)								
A1	1—11	6,67	0,95	116	9,7	1,03	2,4	1,5
AB	12—22	2,21	1,25	—	8,5	0,90	8,1	2,3
BC	30—40	0,75	1,32	—	4,8	0,73	15,2	3,3
Серая (25—71. Лес—9С1Б)								
A1	1—10	11,13	1,02	255	12,6	1,20	2,9	0,2
AB	11—20	4,95	1,22	—	8,5	н. о.	6,6	0,5
B	20—30	3,70	1,26	—	7,0	0,73	8,8	0,7
BC	40—50	0,92	1,30	—	4,0	н. о.	30,0	5,4
Темно-серая (47—66. Лес—60с3Б1С)								
A1	1—20	10,09	0,81	310	11,4	1,03	2,7	0,3
A1	20—30	5,30	1,14	—	8,0	1,25	4,7	0,5
AB	32—42	2,46	1,40	—	9,2	н. о.	10,2	2,0
B1	45—55	0,97	1,56	—	8,5	0,80	25,0	5,1
B2	60—70	0,82	1,56	—	8,5	н. о.	26,5	6,1
BC	70—80	0,80	1,60	—	7,6	н. о.	26,5	6,2
Дерново-карбонатная выщелоченная (45—71. Лес—9Лп1Д)								
A1	1—15	7,93	0,82	240	7,7	1,02	5,6	0,3
AB	20—30	4,53	1,14	—	6,9	1,06	6,9	0,6
BC	45—55	1,37	1,22	—	4,4	0,65	16,2	7,3

Таблица 2

Групповой и фракционный состав гумуса горных почв в парных разрезах, % от общего углерода

Горизонт	Глубина, см	С общий, %	Гуминовые кислоты			Фульвокислоты				Негидролизуемый остаток	$C_{гк} : C_{фк}$
			I	II	III	Iа	I	II	III		
Серая лесная (25—71. Лес — 9С1Б*)											
А1	1—10	6,45	12	14	5	2,2	15	5	3	43,8	1,20
В	20—30	2,15	6	16	5	4,0	12	16	5	36,0	0,73
Чернозем выщелоченный (26—71*. Выгон разнотравно-злаковый)											
А1	1—20	4,42	10	29	4	2,0	8	12	4	31,0	1,65
В	26—36	2,93	3	19	5	3,8	6	17	5	41,2	0,84
Темно-серая лесная (47—66. Лес—60с3Б1С)											
А1	1—20	5,55	17	22	—	1,1	18	18	—	23,9	1,05
А1	20—30	3,07	12	30	—	3,6	16	14	—	24,4	1,25
В1	45—55	0,56	4	28	—	7,0	14	20	—	27,0	0,78
Темно-серая лесная (46—66. Пашня)											
$А_{пах}$	0—20	6,03	13	25	—	1,8	10	16	—	34,2	1,36
А1	26—36	4,02	9	24	—	5,0	12	14	—	37,0	1,10
В1	54—64	1,18	5	28	—	8,5	8	19	—	31,5	0,93

* Анализы по Пономаревой и Плотниковой [8], в других случаях — по Коноваловой и Бельчиковой [2].

Таблица 3

Запасы влаги и гумуса в парных разрезах горных почв по угодьям

№ разреза	Угодье	Район	Мощность почвенного профиля, см	Запас	
				влаги, мм	гумуса, т/га
16	Лес—9Лп1Д	Зианчуринский	50	97	216
15	Выгон	»	50	82	330
25	Лес—9С1Б	Белорецкий	50	163	255
26	Выгон	»	50	145	290
30	Культуры сосны	»	80	290	405
29	Пашня	»	80	310	385
50	Лес—8Б2С	Бурзянский	80	310	396
46	Пашня	»	80	250	420

Таблица 4

Химическая и биохимическая характеристика примитивных органогенно-щебнистых почв хребта Ирендык

Горизонт	Глубина, см	Гумус по Тюрину, %	pH		Поглощенные		Каталазная активность, мл O_2 за 1 мин	Инвертазная активность, мг глюкозы на 1 г почвы
			солевой	водный	Ca^{++}	Mg^{++}		
					мг·экв/100 г почвы			
Разрез 37—71. Лес								
A	2—15	9,05	5,05	5,52	30,4	12,4	3,4	10
Разрез 38—71. Выгон								
A	2—8	8,40	5,20	5,80	28,0	11,6	15	42

Сравнение парных разрезов (лес — выгон и лес — пашня) показывает, что в составе гумуса почв сельскохозяйственных угодий увеличивается содержание углерода гуминовых кислот (табл. 2). В неполноразвитых почвах (разрезы 25—71 и 26—71) почти вдвое возрастает кальциевая фракция гуминовых кислот. Аналогично изменяется состав гумусовых веществ и в полноразвитых почвах (разрезы 46—66 и 47—66), т. е. возрастает отношение $C_{гк}:C_{фк}$ в пахотной почве. Однако фракционный состав их более стабилен. Содержание фульвокислот в рассматриваемых почвах с глубиной увеличивается, что связано с большей их подвижностью, преимущественно за счет фракции Ia, II.

Запасы гумуса и влаги изменяются (табл. 3) в зависимости от мощности мелкоземистой толщи горно-лесных почв. В почвах сельскохозяйственных угодий (за исключением лесных сенокосных полян) в перегнойно-аккумулятивном горизонте количество влаги по сравнению с лесными уменьшается на 5—7 %, а температура повышается на 2—8 °С. Высокая водопроницаемость горных мало- и неполноразвитых почв [6] способствует предотвращению эрозионных процессов, поэтому в начальный период освоения целинных горных почв под пашню запасы гумуса не снижаются.

Более существенные изменения в свойствах почв при смене угодий (лесов на сельскохозяйственные) происходят в биогеоценозах с примитивными органогенно-щебнистыми почвами (табл. 4).

Ферментативных реакций в почве на выгоне происходит в несколько раз больше, чем в лесной. Активация процессов способствует снижению содержания и запасов гумуса. Уменьшение мощности перегнойно-аккумулятивного горизонта и в целом всего профиля почвы на выгоне ухудшает ее водные свойства. Биогеоценозы с примитивными и малоразвитыми горными

почвами сохраняют устойчивость лишь под лесными фитоценозами.

Таким образом, на горном Южном Урале под лесами сформировались горные почвы с преимущественным развитием дернового процесса. Устойчивость гумусного состояния горных почв (особенно примитивных и слаборазвитых) связана с сохранением систмы «лес — почва» в экологическом и эволюционном единстве. Гумусное состояние горно-лесных почв определяется не только их типовыми и подтиповыми генетическими особенностями, но и мощностью мелкоземистой толщи.

При антропогенном воздействии на горно-лесные почвы возрастает участие гуминовых кислот в составе гумусовых веществ при относительной стабильности фракционного состава гумуса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бурангулова М. Н., Мукатанов А. Х. Черноземы горных районов Башкирской АССР. М.: Наука, 1975. 90 с.

2. Кононова М. М., Бельчикова Н. П. Ускоренные методы определения состава гумуса минеральных почв // Почвоведение. 1961. № 10. С. 75—87.

3. Мукатанов А. Х. О составе гумуса и диагностике горных почв Южного Урала // Почвоведение. 1978. № 11. С. 24—32.

4. Мукатанов А. Х. Горно-лесные почвы Башкирской АССР. М.: Наука, 1982. 147 с.

5. Мукатанов А. Х. Об экологических аспектах горного почвообразования в условиях Южного Урала // Почвоведение. 1982. № 3. С. 91—100.

6. Мукатанов А. Х. Введение в изучение биогеоценозов Южного Урала. Уфа: БФАН СССР, 1986. 132 с.

7. Пономарева В. В. Теория подзолообразовательного процесса. М.: Наука, 1964. 380 с.

8. Пономарева В. В., Плотникова Т. А. Сравнительное изучение принятых в СССР схем определения группового и фракционного состава гумуса // Почвоведение. 1972. № 7. С. 46—54.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

В. П. ФИРСОВА, Е. В. ПРОКОПОВИЧ, В. А. НЕЧАЕВА

ВЛИЯНИЕ ОГЛЕЕНИЯ НА ГУМУСНОЕ СОСТОЯНИЕ ТЕМНО-СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПОЧВ УРАЛА

В связи с урбанизацией и ростом населения происходит постоянное сокращение сельскохозяйственных угодий. Осваивают гидроморфные почвы, рациональное использование которых требует тщательного изучения их свойств, одно из них — гумусное состояние. В литературе этот вопрос освещен недостаточно. Согласно данным А. Б. Ахтырцева [1], в серых и светло-серых поверхностно-глеево-элювиальных почвах наблюдаются сокращение и дегумификация гумусового горизонта в результате поверхностного оглеения на фоне промывного водного режима. Гуматное почвообразование трансформируется в фульватное, резко повышается подвижность гумусовых кислот. Темно-серые лесные, грунтово-глеевые почвы характеризуются высоким содержанием гумуса с преобладанием гуминовых кислот, большая часть из них связана с кальцием, а также увеличением в нижней части гумусового (или в верхней иллювиального) горизонта отношения $C_{гк}:C_{фк}$ [5].

Мы попытались изучить этот вопрос, используя состав гумуса темно-серых лесных почв при длительном избыточном переувлажнении поверхностными водами в двух провинциях (Предуральской и Зауральской) лесостепной зоны Свердловской области. Для сравнения подбирали почвенные пары темно-серых лесных неоглеенных и глеевых почв в Предуралье на тяжелых делювиальных суглинках (соответственно разрезы 101 и 105) и в Зауралье (разрезы 1 и 4 — на глинах делювиальных, 28 и 39 — на опоковидных). Проведено определение группового и фракционного составов гумуса по схеме Тюрина — Пономаревой [4], и дана оценка гумусного состояния оглеенных и неоглеенных почв по системе показателей гумусного состояния почв [3].

Влияние оглеения на химические свойства изученных почв рассмотрены в статье В. П. Фирсовой и В. А. Нечаевой [6]. В ней прослежено, как по мере нарастания степени оглеения возрастают кислотность почв, содержание подвижного железа и гумуса. В условиях застойного режима увлажнения возможность формирования элювиального горизонта ограничена и реакция среды здесь становится менее кислой.

Наши данные (см. таблицу) показали, что для темно-серой почвы на делювиальной глине в Зауралье (разрез 1) характерно высокое содержание гумуса с равномерно-аккумулятивным профильным его распределением и сменой гуматного почвообразования (с глубиной) на гуматно-фульватное. Гуминовые кислоты, связанные с кальцием, составляют основную часть гумусовых кислот. В пределах горизонта А1 для полного их осаждения кальция недостаточно. Мигрируя вниз по почвенному профилю, они осаждаются в иллювиальном горизонте, вызывая смену среднего содержания ГК—II с глубиной на высокое. Фульвокислоты накапливаются в пахотном и иллювиальном горизонтах. О накоплении наиболее подвижных фракций гумусовых веществ в иллювиальном горизонте свидетельствует очень низкое отношение ГК—I:ФК—II (0,2 против 1,5—2,5 — в гумусовом горизонте). Согласно предложенному показателю ФК—Iа:ФК [2], профиль характеризуется средней агрессивностью пахотного горизонта и высокой — нижележащих слоев, с максимумом в переходном горизонте, где доминируют свободные наиболее агрессивные фульвокислоты.

Темно-серая пахотная неоглеенная почва на опоковидной глине (разрез 28) отличается значительно меньшим содержанием гумуса. Различия в составе гумуса пахотного и иллювиального горизонтов резкие (гуматное почвообразование трансформируется в фульватное). Очень высокая степень гумификации органического вещества также резко сменяется очень слабой. Содержание по профилю гуминовых кислот в этой почве убывает значительно быстрее, уменьшается доля гуминовых кислот фракции II, увеличивается содержание ГК—I (бурых гуминовых кислот). Последние не закрепляются в А1 (как в разрезе 1), и их содержание нарастает с глубиной. Обращает внимание большое количество прочносвязанных гуминовых кислот (ГК—III), которые в иллювиальном горизонте являются доминирующими. Общее содержание гуминовых кислот значительно ниже, чем в предыдущем разрезе, а фульвокислот образуется больше (отношение $C_{гк}:C_{фк}$ резко уменьшается в подпахотном и нижележащем горизонтах — до 0,2). Таким образом, влияние почвообразующей породы проявляется в свойствах гумусных веществ.

Характерно для фракционного состава гумуса сравниваемых темно-серых лесных глеевых почв — увеличение в них среди гуминовых кислот фракции I, непрочно связанных с полуторными окислами. Очевидно, это обусловлено тем, что глееобразование сопровождается увеличением содержания подвижного железа [6], в результате чего количество этой фракции возрастает в верхних горизонтах до среднего.

В условиях избыточного проточного увлажнения (разрез 4) вследствие снижения скорости минерализации органического вещества происходит накопление полуразложившегося растительного материала. Это приводит к увеличению общего содер-

Групповой и фракционный состав гумуса серых лесных почв, % к $C_{общ.}$

Разрез	Горизонт	Глубина, см	$C_{общ.}$	Фракции гуминовых кислот				Фракции фульвокислот					Негидролизуемый остаток	$C_{гк} : C_{фк}$	E_C, мг/мл раствора ГКI+ГКII
				I	II	III	Сумма	Ia	I	II	III	Сумма			
				Зауралье											
1	$A_{пах}$	0—20	4,4	7,2	30,3	12,7	50,2	2,5	4,7	11,0	2,3	20,5	29,3	2,5	29,0
	A1	20—30	4,5	8,4	18,4	9,1	35,9	2,7	3,3	1,9	1,9	9,8	54,3	3,7	54,1
	AB	35—45	1,5	0,7	24,5	4,6	29,8	8,2	3,2	2,1	3,9	17,4	52,8	1,7	39,1
	B	60—70	1,4	0,9	12,6	4,7	18,2	8,8	3,2	12,1	3,4	27,5	54,3	0,7	29,2
4	АД	0—8	5,3	11,7	21,9	17,8	51,4	4,1	9,7	2,1	0,3	16,2	32,4	3,2	26,1
	A1	8—30	4,1	11,7	11,8	7,4	30,9	3,5	5,9	27,0	3,7	40,1	29,0	0,8	38,0
	B	40—50	0,9	1,3	43,0	13,6	57,9	7,9	3,6	21,6	8,6	41,7	0,4	1,4	30,9
28	$A_{пах}$	0—20	2,4	7,6	23,2	13,6	44,4	2,8	11,0	4,5	3,6	21,6	34,0	2,1	30,7
	B	40—50	0,7	1,9	1,7	4,1	7,7	14,6	9,1	23,0	5,6	52,3	40,0	0,2	8,2
	BC	60—70	0,7	2,0	0,9	3,8	6,7	16,5	3,5	16,2	3,4	39,3	54,0	0,2	12,8
39	АД	3—23	6,3	6,9	29,5	11,0	47,4	2,9	8,1	2,0	1,0	14,0	30,6	3,4	16,4
	A2	25—35	8,1	18,3	18,2	12,4	43,9	3,6	11,9	15,1	7,2	37,8	18,3	1,2	29,0
	B1	40—50	1,9	0,7	28,0	10,6	39,3	0,9	2,1	5,0	0,9	8,9	51,8	4,4	31,4
				Предуралье											
101	$A_{пах}$	0—20	7,3	3,9	29,2	10,9	44,0	1,3	6,5	8,2	4,5	20,5	35,5	2,2	32,5
	B1	30—40	1,5	3,8	19,7	6,5	30,0	8,8	4,9	9,1	4,4	27,3	42,7	1,1	24,9
	B2	50—60	0,8	2,4	20,3	4,0	26,7	14,5	2,6	15,0	6,7	38,8	34,5	0,7	13,1
105	$A_{пах}$	0—20	5,2	18,2	3,8	3,4	25,4	4,0	0,9	5,0	2,9	12,8	61,8	2,0	11,7
	A1	20—30	2,2	13,6	25,4	6,4	45,4	2,6	8,7	0	3,3	14,6	40,0	3,1	29,6
	AB	30—40	0,77	3,0	13,1	4,2	20,3	14,5	4,8	37,5	10,3	67,1	12,6	0,2	43,9
	B	60—70	0,6	1,5	22,1	4,3	28,0	13,8	8,6	8,7	9,1	40,2	31,8	0,7	31,2

жания углерода в поверхностном слое. Фракция ГК—II преобладает в иллювиальном горизонте, а не в аккумулятивном. Это результат миграции неполноусредненных гуматов кальция [5]. Содержание фульвокислот увеличивается при оглеении, и распределение их вглубь по профилю носит нарастающий характер.

Глеевые почвы в условиях длительного застойного увлажнения (разрез 39) наиболее гумусны среди всех рассмотренных гидроморфных почв; имеют наиболее плавно растянутый гумусовый профиль. Менее кислая глеевая обстановка и затрудненность миграции продуктов почвообразования способствуют большему накоплению гуминовых кислот (по сравнению с неоглеенной почвой) в основном за счет содержания ГК—II. Среди фульвокислот преобладают (78 %) наиболее подвижные фракции (Ia+I); агрессивность фульвокислот высокая. Более широкое отношение $C_{гк}:C_{фк}$ характерно для нижней части гумусового или верхней части иллювиального горизонта оглеенных почв.

В Предуралье, где дренированность территории в целом выше, чем в Зауралье, темно-серая неоглеенная почва (разрез 101) на фоне более высокой гумусности отличается резким уменьшением содержания гумуса с глубиной. Степень гумификации органического вещества высокая. С глубиной сменяется средней, тогда как в зауральских почвах степень гумификации в иллювиальных горизонтах слабая и очень слабая. Равномерно убывающее профильное распределение гуминовых кислот с одновременным нарастанием содержания фульвокислот вызывает смену гуматного почвообразования гуматно-фульватным. Определяющее значение в составе гумуса играют фракции, связанные с кальцием.

Оглеение почв и в этих условиях сопровождается уменьшением содержания гумуса и более плавным его распределением в глубь почвенного профиля. Для глеевых почв характерно заметное преобладание (среди гуминовых) фракции бурых гуминовых кислот (ГК—I). Содержание их достигает здесь больших величин, чем в Зауралье. В пахотном же слое доминирует фракция ГК—II (72 %). Вниз по профилю преобладающей становится фракция черных гуминовых кислот. Содержание фульвокислот при оглеении увеличивается только в иллювиальных горизонтах. Наибольшая агрессивность фульвокислот отмечена в иллювиальном горизонте и несколько меньшая — с поверхности (в отличие от глеевых почв Зауралья, имеющих максимум агрессивности в поверхностных слоях, что подтверждает глубинный характер оглеения почв Предуралья). Отношение ГК—I/ФК—I в глеевой почве Предуралья варьируется более широко: от 20,2 (в гумусовом горизонте) до 0,2 (в горизонте В).

Величина негидролизуемого остатка в неоглеенных почвах Зауралья возрастает с глубиной от низкого содержания до среднего (параллельно с уменьшением степени гумификации органического вещества). При оглеении в условиях проточного пере-

увлажнения в почве (разрез 4) количество негидролизуемого остатка убывает (особенно с глубиной), а в почве застойного увлажнения (разрез 39) в иллювиальном горизонте величина его остается высокой. В Предуралье в неоглеенной почве (разрез 101) доля негидролизуемого остатка более стабильна по почвенному профилю. При оглеении (разрез 105) его количество резко повышается (до 61,8 %) в пахотном горизонте. Степень гумификации органического вещества здесь значительно меньше, чем в глеевых почвах Зауралья.

Гумус исследуемых почв характеризуется высокой оптической плотностью, обусловленной преобладанием в его составе наиболее плотной фракции ГК—II. В Зауралье наблюдается тенденция к повышению оптической плотности растворов гуминовых кислот фракций I+II в нижней части гумусового горизонта (кроме неоглеенной почвы, разрез 28), где, вероятно, создаются условия для длительного созревания гуминовых кислот.

Из всего сказанного можно сделать следующие выводы.

Пахотные темно-серые лесные почвы характеризуются очень высокой степенью гумификации органического вещества и гуматным типом гумуса. В закреплении и накоплении органических веществ большую роль играет кальций: фракция II наиболее представительна в составе гумуса. При оглеении наблюдается увеличение общего содержания гуминовых кислот, их фракций, непрочно связанных с полуторными оксидами, а также усиление подвижности неполно усредненных кальцием ГК. В условиях Зауралья оглеение сопровождается увеличением содержание гумуса, а в Предуралье (очевидно, вследствие большей дренированности территории) — уменьшением. В составе гумусовых веществ, как правило, возрастает роль фульвокислот в оглеенной части почвенного профиля. Величина негидролизуемого остатка в глеевой почве (по сравнению с ее неоглеенным аналогом) уменьшается преимущественно в нижних горизонтах. Оптическая плотность гуминовых кислот в почвах Зауралья становится ниже, а в почвах Предуралья — возрастает в нижней части профиля. Профильные изменения группового и фракционного составов гумусовых веществ свидетельствуют о доминировании в Зауралье поверхностного, а в Предуралье — глубинного оглеения, что необходимо учитывать при мелиорации глеевых почв.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ахтырцев А. Б. Влияние поверхностного оглеения на гумусное состояние почв в лесостепи // Почвоведение. 1985. № 4. С. 17—23.

2. Василевская В. Д., Шваров Т. Ю. Особенности гумусово-аккумулятивного горизонта дерново-подзолистых почв на северном пределе их распространения // Там же. 1987. № 12. С. 25—33.

3. Гришина Л. А., Орлов Д. С. Система показателей гумусного состояния почв // Проблемы почвоведения. М., 1978. С. 42—47.

4. Пономарева В. В., Плотников Т. А. Гумус и почвообразование. Л.: Наука, 1980. 221 с.

5. Урусевская И. С. О серых лесных глеевых почвах // Почвоведение. 1976. № 5. С. 18—28.

6. Фирсова В. П., Нечаева В. А. Изменение свойств пахотных почв Предуралья и Зауралья при оглеении // Антропогенные воздействия на свойства почв. Свердловск, 1987. С. 62—82.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

П. В. МЕЩЕРЯКОВ

СКОРОСТЬ РАЗЛОЖЕНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ОСТАТКОВ В СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ПАХОТНЫХ ПОЧВАХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СТЕПЕНИ ИХ ОКУЛЬТУРЕННОСТИ

Разложение растительных остатков — сложный процесс, включающий как минерализацию, так и гумификацию. Интенсивность разложения растительного материала в почве определяется рядом факторов: качеством и количеством растительных остатков, поступивших в почву, активностью микробоценоза, гидротермическими условиями, наличием различных активных веществ, контролирующих функционирование микробных ассоциаций.

Наиболее изучены [1, 2, 4, 5, 8] зональные закономерности трансформации основных фракций опада в почвах естественных экосистем. Особенности же преобразования послеуборочных остатков в почвах агроэкосистем не получили достаточного освещения. Особый интерес представляет изучение скорости трансформации послеуборочных остатков районированных культур и направленности этого процесса, поскольку такие сведения могут быть использованы для контроля за гумусным состоянием пахотных почв.

Исследования проводились на опытном поле совхоза Бородулинский (Свердловская обл., Сысертский р-н). Краткая агрохимическая характеристика почв опытного поля приведена в работах [6, 7]. Для сравнения были взяты два варианта опыта: естественный агрофон (где органические удобрения не вносились длительный срок) и плодородный (с внесением очень высокой их дозы).

Биогенность пахотных почв находится в прямой зависимости от степени их окультуренности, которая обусловливается содержанием и запасами гумусовых веществ [4, 8]. Поэтому можно предположить, что интенсивность разложения пожнивно-корневых остатков полевых культур на освоенном и плодородном агрофонах должна различаться. Для подтверждения этого нами был проведен (1984—1987 гг.) следующий опыт. Свежие послеуборочные остатки ячменя (стерня и корни) без дополнительного измельчения сложили в пакеты из капроновой ткани (на-

Таблица 1

Изменение по годам массы пожнивно-корневых остатков ячменя в процессе их трансформации на освоенном и плодородном агрофонах опытного поля, % от массы исходного образца

Агрофон	Растительный материал	1984		1985		1986		1987
		VIII	X	V	VIII	V	X	VIII
Освоенный	Пожнивные остатки	100,0	82,5	66,5	41,5	33,0	12,0	12,5
	Корни	100,0	93,5	73,0	53,5	34,5	21,0	18,5
Плодородный	Пожнивные остатки	100,0	70,0	50,5	21,0	Не опр.	10,5	9,0
	Корни	100,0	92,0	65,0	40,0	»	12,5	10,0

веска — 20 г в пересчете на абсолютно сухое вещество). Образцы поместили в пахотный горизонт на глубину 15—17 см, т. е. в ту часть горизонта, где обычно при отвальной обработке сосредотачивается основная масса пожнивно-корневых остатков. Все пакеты с навесками заложили в почву 25.08.84. Извлекали их в следующие сроки (каждый раз в трехкратной повторности): 25.10.84; 25.05.85; 27.08.85; 20.05.86; 4.11.86; 27.08.87 (максимальная экспозиция образцов в почве составила три года). Вынимали из пакетов растительные остатки, доводили до абсолютно сухого состояния, взвешивали. В ряде случаев их просматривали под микроскопом и отмечали изменение окраски и фактуры поверхности.

В первый срок взятия пакетов, т. е. через два месяца после их помещения в почву, обнаружена существенная потеря массы образцов (8—30 %), причем наиболее интенсивно разлагались надземные органы растений (табл. 1). Процессы разложения (особенно стерневых остатков) в этот период шли интенсивнее на плодородном фоне, что связано с высокой биогенностью почвы данного варианта опыта. Было также отмечено, что во фракции стерневых остатков наиболее заметным морфологическим изменениям подверглись немногочисленные листья. У собственно соломины в основном изменилась окраска — до серовато-бурой. Сопоставив цифры по убыли массы растительных остатков с имеющимися в литературе [3, 4], можно сделать вывод о высокой интенсивности процессов трансформации пожнивно-корневых остатков в осенние месяцы. Очевидно, этому способствовала высокая температура в конце августа и положительная среднемесячная в первые два осенние месяца при умеренном количестве осадков (табл. 2). В весенний период после оттаивания почвы разложение остатков возобновилось, и к концу мая они потеряли массы от 27 до 50 % (см. табл. 1). К концу вегетационного периода пожнивные остатки и корни на освоен-

Таблица 2

Средняя многолетняя температура воздуха и количество осадков (по данным АГ МС, пос. Октябрьский)

Месяц, декада	Температура, °С	Осадки, мм	Месяц, декада	Температура, °С	Осадки, мм
Январь			Июль		
I	—16	7	I	+17,1	26
II	—16	6	II	+17,1	29
III	—15,9	6	III	+17	29
Сумма . .	—15,9	19	Сумма . .	+17,1	84
Февраль			Август		
I	—15	4	I	+16,1	26
II	—14	5	II	+15	26
III	—13	6	III	+13,6	24
Сумма . .	—14,1	15	Сумма . .	+14,9	76
Март			Сентябрь		
I	—11,5	5	I	+11,4	18
II	—8,3	7	II	+9	15
III	—4,2	8	III	+0,6	14
Сумма . .	—8	20	Сумма . .	+9	47
Апрель			Октябрь		
I	—0,5	6	I	+4	13
II	—2,3	7	II	+1,2	11
III	+4,8	10	III	—1,6	11
Сумма . .	+2,2	23	Сумма . .	+1,2	35
Май			Ноябрь		
I	+7,3	14	I	—4,3	10
II	+9,8	18	II	—7,2	10
III	+12,3	20	III	—10,1	8
Сумма	+10,8	52	Сумма . .	—7,2	28
Июнь			Декабрь		
I	+14,2	20	I	—12,1	9
II	+15,4	24	II	—14,3	9
III	+16,5	25	III	—14,9	8
Сумма . .	+15,4	69	Сумма . .	—13,6	26

ном агрофоне потеряли 59 и 47 % своей массы, а на плодородном — соответственно 28,5 и 17,5 %.

Через три года после постановки опыта потеря массы образцов составила 81—90 %. На протяжении всего периода экспозиции пакетов с растительными остатками наблюдали различия в интенсивности процессов разложения надземных и подземных органов растений. Например, за два года на освоенном агрофоне потеря массы образцов стерни ячменя составила 88, корней — 79 %; на плодородном — соответственно 89,5 и 87,5 %. Процессы трансформации послеуборочных остатков на плодородном агрофоне идут интенсивнее, чем на освоенном, и большее

количество растительных остатков здесь разложилось до конечных продуктов. Причиной послужили, на наш взгляд, не только большая гумусированность пахотного горизонта плодородного агрофона, но и различия в анатомическом строении растений, созданные эдафическими условиями. Ранее было установлено [6], что в анатомическом строении корней растений, выросших на плодородном фоне, в отличие от растений на освоенном фоне, велика удельная масса первичной коры и в меньшей степени развиты лигнифицированные механические ткани.

Анатомо-морфологический анализ растительных остатков из пакетов разных сроков взятия позволил оценить изменения в их внешнем облике и анатомическом строении. Уже на второй год пожнивно-корневые остатки сохраняли лишь отдельные элементы анатомического строения: очертания, стенки клеток тех или иных тканей, прожилки. В ряде случаев внутренние полости клеток заполнены содержимым бурого цвета (очевидно, новообразованными гумусовыми веществами).

Наши данные по скорости разложения растительных остатков на опытном поле позволяют объяснить изменение запасов остатков разной степени разложения в пахотном горизонте освоенного агрофона. Так, в 1984 г. в фазу всходов отношение массы слаборазложившихся остатков к частично гумифицированным на освоенном фоне составило 1,9. В фазу молочной спелости и к моменту уборки урожая данный показатель был равен 0,9. За вегетационный период масса слаборазложившихся остатков уменьшалась примерно в 2,3 раза. Запасы частично гумифицированных остатков остались без изменений: 119 г/м^2 — в фазу всходов и 115 г/м^2 — в фазу полной спелости [7]. В 1985 г. за вегетационный период запасы слаборазложившихся остатков в пахотном горизонте уменьшились в 2,8 раза, а частично гумифицированных — в 1,4 раза.

Интересно сопоставить интенсивность процессов трансформации пожнивно-корневых остатков в агроценозах и опада в лесных экосистемах. Для оценки интенсивности рассматриваемых процессов в почвах естественных экосистем принято использовать подстилочно-опадный коэффициент [5]. Он равен в южно-таежный сосняках, ельниках, березняках соответственно 20; 10; 7. На основании сопоставления собственных данных по скорости трансформации пожнивно-корневых остатков в пахотных почвах с имеющимися в литературе по их целинным аналогам можно сделать вывод, что разложение растительных остатков в почвах агроэкосистем происходит в 2,5—3 раза быстрее, чем под пологом леса.

Прямое определение скорости разложения различных фракций опада в лесных южно-таежных экосистемах Среднего Урала [8] показало, что наиболее интенсивно теряют свою массу злаки и лесное разнотравье (до 52—57 % в первый год и 6—10 % — во второй). Гораздо меньше опад хвойных (39—40 % в первый

год и 11—13 % — во второй). Учитывая, что послеуборочные остатки зерновых культур (в отличие от лесного разнотравья) характеризуются более высокой степенью лигнифицированности, следует говорить и о более быстром разложении растительных остатков в почвах агроэкосистем по сравнению с их целинными аналогами. Причем разложение протекает интенсивнее в почвах с высоким уровнем плодородия.

Полученные данные можно использовать для обоснования оптимизации гумусного состояния почв агроэкосистем.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алиев С. А. Условия накопления и природа органического вещества почв. Баку: Изд-во АН АзССР, 1966. 280 с.

2. Базилевич Н. И., Родин Л. Е. Географические закономерности продуктивности и круговорота химических элементов в основных типах растительности Земли // Общие теоретические проблемы биологической продуктивности. Л.; 1969. С. 24—33.

3. Кравков С. П. Биохимия и агрохимия почвенных процессов. Л.: Наука, 1978. 291 с.

4. Переверзев В. Н., Алексеева Н. С. Органическое вещество в почвах Кольского полуострова. Л.: Наука, 1980. 227 с.

5. Родин Л. Е., Базилевич Н. И. Динамика органического вещества и биологический круговорот зольных элементов и азота в основных типах растительности земного шара. М.; Л.: Наука, 1965. 251 с.

6. Таршис Г. И., Мещеряков П. В. Почвенные условия и структура подземных органов однолетних злаков в агроценозах // Антропогенные воздействия на свойства почв. Свердловск, 1987. С. 83—92.

7. Фирсова В. П., Красуский Ю. Г., Мещеряков П. В. Оценка гумусного состояния пахотных почв как основа их рационального использования. Свердловск: УрО АН СССР, 1988. 75 с.

8. Фирсова В. П., Павлова Т. С., Дедков В. С., Прокопович Е. В. Почвы и лесная растительность Среднего Урала // Почвоведение. 1987. № 11. С. 127—137.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Г. Г. БОРИСОВА, Е. Н. МАКАРОВА

ЭФФЕКТИВНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ СЕРЫХ ЛЕСНЫХ ГЛЕЕВАТЫХ ПОЧВ

В целях установления основных закономерностей формирования водного, теплового и пищевого режимов осушаемых почв (1985—1987 гг.) проведены исследования на осушительно-увлажнительной системе «Арамильская пойма» в опытно-производственном хозяйстве (ОПХ) «Свердловское». В 1984 г. на опытном массиве был заложен закрытый гончарный траншейный дренаж (глубина 1 м, междренные расстояния 5, 10, 15 м). Участок представлен серыми лесными глееватыми легкоглинистыми почвами, которые характеризуются благоприятными физико-химическими свойствами.

В результате исследований установлено, что в почвах участков с дренажом по сравнению с контрольным вариантом (без осушения) за два года произошли незначительное повышение гидролитической кислотности и снижение суммы обменных оснований. Степень насыщенности основаниями понизилась (в среднем на 2 %). Содержание гумуса и кислотность солевой вытяжки остались практически неизменными.

Приведем физико-химические показатели серых лесных глеевых почв (1987 г.):

Вариант	$pH_{сол}$	Hг	S	V	Гумус, %
		мг·экв/100 г почвы			
Осушение дренажом	6,4	2,5	38,6	94,1	9,0
Без осушения . .	6,4	2,2	38,8	94,6	9,5

Одна из основных физических характеристик почвы — плотность скелета. При повышенных ее значениях резко сокращается объем пор, ухудшаются фильтрация, снижается биологическая активность. Плотность почв выше 1,4 г/см^3 препятствует проникновению в них корней. На опытном участке наименьшая плотность скелета (см. таблицу) характерна для пахотных горизонтов почв из-за рыхлости (результат обработки) и высокого содержания в них гумуса. Ее можно отнести [1] к типичной для культурной свежевспаханной пашни. Плотность скелета нижележащих горизонтов типична для подпахотных сло-

Основные водно-физические свойства серой лесной легкоглинистой почвы (1987 г.)

Глубина слоя, мм	Плотность, г/см³		Общая пороз-ность, %	Влагоемкость, мм		Влажность, мм		Коэффициент фильтрации, м/сут
	скелета	твердой фазы		полная	общая	завяда-ния	разрыва капилля-ров	
0—10	1,04	2,37	56	53	36	17	27	0,7
10—20	1,09	2,39	54	51	38	17	28	—
20—30	1,06	2,31	55	52	35	16	25	—
30—40	1,22	2,45	48	46	32	15	24	0,58—1,28
40—50	1,37	2,50	45	43	36	15	26	—
50—60	1,44	2,52	43	41	34	15	25	—
60—70	1,42	2,54	47	45	34	13	24	—
70—80	1,32	2,52	48	46	33	13	23	—
80—90	1,36	2,54	48	46	30	15	23	—
90—100	1,43	2,57	47	45	35	15	25	—

ев. За годы наблюдений произошло некоторое понижение величины плотности скелета в пахотном горизонте, а в подпахотных слоях изменений не обнаружено.

В целом почвы опытного участка обладают удовлетворительными физическими свойствами, однако в подпахотных горизонтах значения общей порозности понижаются. Это вызывает ухудшение водно-воздушного режима. Кроме того, узкий интервал между наименьшей влагоемкостью и влажностью разрыва капилляров обусловливает быстрый переход этих почв от состояния избыточного увлажнения к недостаточному. Следовательно, возникает необходимость регулирования их водного режима.

При осушении среднепроницаемых минеральных почв закрытый дренаж должен обеспечить благоприятный водно-воздушный режим для получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и оптимальные условия для механизированной обработки почвы. Наблюдения за влажностью почвы на опытном участке показали, что в 1986 г. ее значения в основном находились в оптимальных пределах (следствие относительно равномерного подекадного распределения осадков, за исключением конца мая и начала июня). В 1987 г. осадки выпадали крайне неравномерно. В условиях засушливого июня запаса влаги в поверхностном слое не хватало, он был ниже влажности разрыва капилляров. Участок же без дренажа нуждался в сбросе излишней влаги за весь вегетационный период.

Дренажный сток — один из основных показателей осушительного действия дренажа. Он наблюдался в период после снеготаяния и при интенсивном выпадении осадков. Слой дренажного стока составил 20—30 % от количества атмосферных осадков. Установлено, что весной на участках с дренажом от-

таивание почвы происходило значительно быстрее по сравнению с контролем и более благоприятный температурный режим в слое 0—20 см складывался на осушительной системе.

Изучение динамики содержания NPK в доступных для растений формах показало, что в течение вегетационного периода количество этих элементов питания существенно изменяется. В большей степени сезонные колебания выражены для азота и калия, в меньшей — для фосфора. Общая закономерность — понижение их содержания к концу вететации (результат потребления культурами, выноса с дренажным стоком) и закрепление в почве в малодоступных формах. При сравнении динамики содержания элементов питания под культурами (вико-овсяная смесь) и на чистых парах обнаружены существенные различия. В последних происходит резкое повышение количества биогенных элементов, вызванное мобилизацией питательных веществ при повышении температуры пахотного слоя до 18—19 °С, а также отсутствием их потребителей. Однако к концу вегетационного периода содержание NPK на чистых парах понижается. Одна из причин этого — усиление их выноса в условиях избыточного атмосферного увлажнения почвы, поскольку более высокие потери питательных веществ происходят из парующей почвы [2].

При изучении пищевого режима осушаемых почв необходимо учитывать потери питательных веществ с дренажным стоком. Исходя из химического состава дренажных вод и объема стока по месяцам вегетационного периода определили вынос элементов со стоком. С мая по октябрь 1987 г. в среднем по вариантам дренажа было вынесено 7 кг/га азота, фосфора и калия (2—4 % от величины NPK, отчуждаемой с поля сельскохозяйственной продукцией). Таким образом, при внесении в почву удобрений в дозе $N_{60}P_{60}K_{60}$ с дренажным стоком теряется сравнительно небольшое количество биогенных элементов. Основной фактор, влияющий на содержание NPK в почве, — потребление их культурами. Значительны потери почвой таких важных элементов, как Ca^{2+} и Mg^{2+}. Суммарный вынос их за вегетационный период со стоком составил 150 кг/га.

Основной показатель эффективности мелиораций — продуктивность культур. Суммарный ход формирования урожаев — это сложный процесс, представляющий собой совокупность взаимосвязанных частных процессов. Наилучшая продукция может быть получена при оптимальном сочетании условий, создающих водообеспечение растений, минеральное питание и фотосинтез. Проведение биологического контроля за основными показателями фотосинтетической деятельности культур позволяет проследить влияние изучаемых приемов на рост и развитие их в динамике, помогает в той или иной степени вскрыть сущность их действия на растояния и лучше понять причины, обусловившие в конечном итоге различия между вариантами

в величине урожая. Фотосинтез — основной процесс питания растений, поэтому размеры урожаев наиболее часто находятся в тесной корреляции с размерами ассимиляционного аппарата.

Наблюдения за приростом листовой поверхности проводили путем подекадного измерения максимальной ширины и длины всех листьев десяти растений на каждой опытной делянке. В результате определения листовой поверхности обнаружены существенные различия в величине и темпах нарастания площади листьев в рассматриваемых вариантах. Суммарная листовая поверхность растений вариантов дренажа (с междренными расстояниями 10 и 15 м) достигла максимального значения уже во второй декаде июля. Для вариантов B=5 м и без осушения наблюдались более низкие темпы нарастания листьев. Очевидно, это обусловлено менее благоприятными почвенными режимами этих участков. Величина листовой поверхности в варианте с междренным расстоянием B=10 м значительно больше, по сравнению с другими вариантами, за счет более значительной площади листьев одного растения, а также за счет густоты стояния культур. Следовательно, наиболее благоприятный режим в экстремальных условиях 1987 г. (сухие май, июнь и влажные июль, август) сложился на участке В=10 м, о чем можно судить по большей величине суммарной листовой поверхности, а также более высокой продуктивности культур в этом варианте. Основную часть посевов 1986, 1987 гг. составлял овес. Хотя эта культура малотребовательна к почвенным условиям и лучше других хлебных злаков переносит переувлажнение почвы [3], уражайность вико-овсяной смеси на неосушаемом массиве значительно ниже, чем на участках с дренажом, ц/га:

Вариант	1986 г.	1987 г.
B=15 м	445	285
B=10 м	395	310
B= 5 м	400	280
Без дренажа	250	230

Это является следствием оптимизации водно-воздушного, температурного и питательного режимов в процессе осушения.

Таким образом, в тех случаях, когда в проекте мелиоративных работ учитываются особенности почвогрунтов, а при строительстве строго соблюдаются условия проекта, мелиорация обеспечивает высокий рост производства сельскохозяйственной продукции и мелиорируемые земли вносят существенный вклад в дело решения продовольственной проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вадюнина А. Ф., Корчагина З. А. Методы исследования физических свойств почвы. М.: Агропромиздат, 1986. 96 с.

2. Врюшкина Н. М. Потери питательных веществ из почв и удобрений (Обзорная информация). М.: ВНИИТЭИСХ, 1980. 139 с.

3. Справочник агронома по сельскохозяйственной метеорологии. Л.: Гидрометеоиздат, 1986. 251 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

А. А. ЧИБИЛЕВ

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОПТИМИЗАЦИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ СТЕПНОЙ ЗОНЫ

В решени задач организации рационального природопользования в степной зоне СССР важное место принадлежит экологической оптимизации сельскохозяйственных ландшафтов. Это вызвано тем, что сельхозугодья в степях нашей страны занимают от 80 до 97 % территории. Оптимизация сельскохозяйственного использования степных территорий должна предусматривать поиск сбалансированного отношения между эксплуатацией экосистемы, ее охраны и целенаправленным преобразованием.

Общая площадь черноземно-степной зоны СССР [1] составляет 118,9 млн га, т. е. около 57% этого региона занимают пахотные угодья. Коэффициент распаханности колеблется от 46 в Западной Сибири до 83 в Центрально-Черноземном районе, на Урале он равен 85%.

Наряду с распашкой существенное воздействие на экосистемы степной зоны оказывает выпас скота. Причем нагрузка скота на пастбища во всех земледельческих степных регионах страны превышает допустимые нормы в несколько раз. Это вызвано значительным сокращением здесь пастбищных угодий в последние десятилетия. Они представлены ныне относительно малопродуктивными травяными экосистемами, связанными либо с холмистыми, каменистыми неудобьями, либо с солонцовыми комплексами и солонцами. Кормовая база поголовья скота в степной зоне примерно на 2/3, а в ряде регионов на 3/4 обеспечивается за счет пахотных угодий. А на оставшихся пространствах, не пригодных для механизированной обработки почвы, повсеместно наблюдается перевыпас, скотосбой. Нередко узкие степные коридоры вдоль малых рек, балок и лощин превращены в скотопрогоны.

Для всей степной зоны страны характерна чрезвычайно низкая лесистость (от 1до 4—5 %). Истребление лесов в степи, длившееся много столетий, в нашем веке сменилось широкомасштабным лесоразведением (полезащитным, водоохранным и т. д.). Оно далеко не адекватно по своему экологическому эффекту исчезнувшим лесным массивам естественного происхождения. Следующие важные синэкологические факторы изменения ланд-

шафтов степной зоны — орошение и гидротехническое строительство. Они приобрели здесь не только плановый (государственные оросительные системы и водоемы), но и в значительной степени стихийный, неуправляемый характер (малое орошение, повсеместное строительство земляных плотин хозспособом и т. д.).

Названные факторы (распашка, выпас скота, истребление естественных лесов и последующая лесомелиорация, гидротехнические мелиорации) в настоящее время в решающей степени определяют экологическую ситуацию в степных районах страны, выразившуюся в формировании доминирующего агроландшафта. На его фоне в отдельных регионах зоны резко выделяются горно-промышленные территории, связанные с добычей рудного сырья (Южный Урал, Центрально-Черноземные области, Казахстан) и разработкой нефтегазовых месторождений (Поволжье, Предуралье, Северный Кавказ). Характерный показатель высокой степени антропогенной трансформации степных экосистем страны — отсутствие на всем огромном протяжении степной зоны настоящих степных заповедников (за исключением «Аскании-Нова» и миниатюрных степных заповедных участков на Украине).

Важнейшей экологической характеристикой степных ландшафтов является структура земельных угодий. Можно выделить четыре основных категории экологически гомогенных угодий земледельческих районов. В первую входят урбанизированные территории, промышленные и горно-промышленные ландшафты (с высокой концентрацией производства) — очаги высокой степени антропогенезации и экологического загрязнения. Во-вторую — агроселитебные территории (производственные центры хозяйств, селитьба, приусадебные участки, животноводческие комплексы) с экологически нестабильным ландшафтом, нуждающимся (как и урбанизированные) в создании переходных (буферных) участков, отделяющих зоны интенсивного использования от зон экологического равновесия. В третью — культурные сельскохозяйственные ландшафты, объединяющие пашню, культурные сенокосы и культурные пастбища. Сюда входит основная (60—70 %) продуктивная территория освоенного агроландшафта степной зоны, содержащая в себе существующие и потенциальные очаги разрушения природного равновесия экосистем. В четвертую — угодья сохранившейся (в различной степени измененной) степной и лугово-степной растительности, составляющей естественные пастбища. Сюда же следует отнести участки овражно-балочной сети и древесно-кустарниковой растительности. В экологическом отношении эти территории играют роль стабилизатора освоенного агроландшафта. Из угодий четвертой категории должны быть выделены в особую пятую охраняемые ландшафты: памятники природы, ландшафтные заказники, заповедники как хранилища генетического фонда

степной флоры и фауны и эталоны степного ландшафта. Однако до настоящего времени доля этих ландшафтов ничтожно мала.

Важнейшее значение степного природопользования — выработка экологических параметров, определяющих оптимальное соотношение земельных угодий и полей в севооборотах. В частности, сложную экологическую эволюцию претерпели пахотные степные угодья. Среди них значительную долю занимают «незаконно» распаханные: песчаные, щебнистые, засоленные степи, числящиеся ныне пашней, но не дающие прироста сельскохозяйственной продукции. Только в степной зоне Урала таких земель около 18 %. По нашим подсчетам, на Южном Урале экологически и экономически не оправдана распашка около 3 млн га угодий. Сокращение доли вспашки за счет перевода ее малопродуктивной части в высокопродуктивные и дешевые пастбища — одна из важнейших экологических задач в степной зоне.

Перевод части пашни в улучшенные пастбища позволит снизить нагрузку скота на степные экосистемы и предотвратить наблюдающиеся ныне почти повсеместно процессы пастбищной эрозии почв, деградации растительного покрова, опустынивания степи. Этой же цели должны служить экологически регулируемый выпас, пастбищеоборот, смена типов выпаса и т. д. Численность скота на степных пастбищах может быть уменьшена и за счет повышения его продуктивности. Необходимо также резко ограничить использование черноземных угодий для несельскохозяйственных нужд, проводить биологическую рекультивацию нарушенных земель.

Разнообразные гидротехнические мелиорации в степной зоне, связанные с орошением и обводнением пастбищ, нанесли большой урон. Регулирование местного стока путем строительства временных земляных плотин привело не только к резкому сокращению поверхностного стока, но и к заилению русел рек, активизации эрозионных процессов, безвозвратной потере плодородных угодий, уничтожению рыбохозяйственных ресурсов. Из этого следуют два вывода: во-первых, запретить строительство временных земляных плотин на степных водостоках, во-вторых, регулировать речной сток с учетом экологически обоснованных параметров. По предварительным данным, для регулирования необходимо изымать не более 30—35 % среднегодового стока степных рек.

Ландшафтно-экологический анализ современных ирригационных систем свидетельствует, что традиционное орошение в степной зоне ставит под угрозу само существование черноземных почв. Это связано с тем, что эти плодороднейшие почвы тысячелетиями формировались в условиях засушливого климата с чередованием влажных и сухих лет. Они развивались в степных ландшафтах с хорошим дренажом поверхностных и грунтовых вод. В большинстве случаев орошение черноземов приводит

к ухудшению их основных свойств, в первую очередь — гумусного состояния.

По данным обследования, проведенного в степной зоне Оренбургской области, из 100 тыс. га орошаемых черноземов около 40 % снизили свое плодородие, а 30 % оказались в различной степени засолены. В связи с этим следует признать, что орошение в черноземной полосе должно носить щадящий характер. С учетом экологических особенностей степных ландшафтов орошение здесь не должно быть сплошным и проводиться на больших площадях. На существующих ирригационных территориях орошение целесообразно вести уменьшенными (увлажнительными) нормами. В связи с этим заслуживает внимания тезис о том, что орошение в черноземной зоне должно быть лишь дополнительным к естественным осадкам и минимально необходимым для получения плановых урожаев при постоянной корректировке оросительных норм с учетом погодных условий каждого года [1].

Важным средством экологической оптимизации степных ландшафтов является лесомелиорация. Ведущие принципы лесных мелиораций в степной зоне (помимо их хозяйственной и ландшафтно-конструктивной целесообразности) — соответствие создаваемых лесомелиоративных комплексов зональным типам биогеоценозов; подбор древесно-кустарниковых культур с учетом их современных и прошлых ареалов; лесомелиоративное освоение экологически потенциального ареала. Основные задачи лесомелиоративных работ в степной зоне — формирование надежного полезащитного, водоохранного и рекреационного экологического потенциала и достижение наивысшей эстетичности агроландшафтов.

В условиях степных сельскохозяйственных угодий большое значение имеют стационарные ландшафтно-экологические исследования на эталонных территориях с разными режимами заповедности, в процессе которых ведутся наблюдения за качеством природной среды в степной зоне. Цель их — сохранить многообразие экосистем, генетического фонда живой природы и разработать научные основы оптимизации землепользования. Идеи создания широкой сети заповедных станций в степи принадлежат В. В. Докучаеву. Они широко развивались многими его последователями, однако до настоящего времени эта задача не решена. Охраняемые природные эталоны степи не только должны были надежно защищены от антропогенных воздействий, но и максимально удалены от очагов интенсивного сельскохозяйственного и промышленного загрязнений. Создание Оренбургского государственного степного заповедника (с его четырьмя стационарами — в Заволжье, Предуралье, горной части Южного Урала и в Зауралье [2] — в центре всего евразиатского пояса степей) можно рассматривать как начало создания единой сети экологического мониторинга степной зоны СССР.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Розов Н. Н., Ободовская В. Н. Метод и общие итоги сопряженного учета площадей почв и сельскохозяйственных угодий мира // Земельные ресурсы мира, их использование и охрана. М., 1978. С. 25—40.

2. Чибилев А. А. Зеленая книга степного края. Челябинск: Кн. изд-во, 1983. 156 с.

А. М. РУСАНОВ

К ВОПРОСУ О РАЦИОНАЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЗЕМЕЛЬНОГО ФОНДА ОРЕНБУРГСКОЙ ОБЛАСТИ

Режим рационального природопользования в процессе интенсивного сельскохозяйственного производства предъявляет особые требования к структуре земельного фонда используемой территории. Оптимальное соотношение между такими его составляющими, как пашня, пастбище, сенокос, позволяет в полном объеме осуществить комплекс мероприятий, цель которых — стабильное функционирование экосистем всех рангов. Оно обеспечивает восстановление природных ресурсов, в первую очередь — растительности и свойств почв, в целях повышения экономической эффективности всех отраслей сельского хозяйства. Таким образом, экологическое по форме совершенствование структуры земельного фонда становится экономическим по содержанию.

Современная структура земельного фонда Оренбургской области сложилась в результате длительного экстенсивного развития. В его составе преобладают земли сельскохозяйственного назначения: из 12,4 млн га общей площади сельскохозяйственные угодья занимают 10,8 (в том числе пашня — 6,3, сенокосы — 0,6, пастбища — 3,9 млн га).

Под пастбища используют преимущественно низкопродуктивные земли. Согласно Общесоюзной классификации сенокосов и пастбищ [1], 0,3 млн га пастбищ представлены разнотравно-злаковыми степями на черноземах и темно-каштановых почвах по покатым и крутым склонам водоразделов; 0,7 — разнотравно-злаковыми степями на маломощных, каменистых и щебнистых почвах; 1,1 — злаково-разнотравными степями на солонцах черноземных и на каштановых почвах (от глубоких до корковых и солонцеватых); 0,2 млн га — кормовыми угодьями, расположенными на песчаных и супесчаных почвах.

Кормовые угодья области в течение последних десятилетий используют интенсивно. В настоящее время поголовье крупного рогатого скота общественного и индивидуального пользования составляет более 1,8 млн голов, овец и коз — более 2,5, лошадей — около 0,1 млн. Однако пастбища используют без соблюдения экологических принципов, которые бы обеспечили ста-

бильное воспроизводство их продуктивности. Длительный пастбищный период (когда начало его совпадает с самыми первыми фазами вегетации растений), несоблюдение пастбищеоборотов привели к пастбищной дигрессии, т. е. к смене зональной растительности на низкопродуктивные и малопоедаемые растения (полынь австрийскую, рогач песчаный, мятлик луковичный и др.). Все это снизило емкость пастбищ. Средняя урожайность естественных пастбищ составляет лишь 3,8 ц/га; качество корма преимущественно среднее и плохое; около 1,5 млн га пастбищ подвержены процессам эрозии и дефляции; площадь сильносбитых пастбищ достигает 0,5 млн га.

Из-за использования сенокосных участков после сенокошения под выпас (в том числе и в поймах рек) урожайность естественных сенокосов не превышает 4,3 ц/га. Низка она и на улучшенных кормовых угодьях. Вследствие негативных влияний завышенных поливных норм на свойства черноземов значительная часть орошаемых сенокосных полей снизила свое плодородие.

Проведенный анализ показал, что за пастбищный период существующее поголовье скота обеспечивается кормами, полученными с сенокосов и пастбищ (включая и улучшенные), только на 23 %. Это при условии стравливания всей фитомассы, что никак нельзя признать экологически обоснованным. Основная часть корма выращивается на пашне в виде однолетних культур. Это экономически невыгодно и отрицательно влияет на свойства почв. В настоящее время практически все пригодные под залужение участки кормовых угодий улучшены многолетними травами. Однако задача обеспечения скота кормами остается актуальной. Решить ее (не снижая при этом поголовья) можно только за счет расширения площадей сенокосов и пастбищ до пределов, обеспечивающих соблюдение оптимальных пастбищных нагрузок, разрабатываемых для каждой физико-географической провинции области.

Интенсификация растениеводства базируется на сочетании почвоохранных мероприятий с полным обеспечением растений элементами питания. Это достигается внесением азотных удобрений в среднем по 50—60, фосфорных — по 90—110 кг/га действующего вещества. Фактически на гектар пашни в 1987 г. приходилось по 10,5 кг азотных, 3,8 — калийных, 15,8 кг фосфорных удобрений. А на поля, где применяли интенсивную технологию выращивания зерна, вносили лишь по 115 кг/га азотных, фосфорных и калийных удобрений, что в несколько раз меньше норм, используемых в аграрно развитых странах.

Однако в связи с отрицательным воздействием высоких доз минеральных удобрений на биогеоценозы вопрос о целесообразности их применения остается дискуссионным. Существует дефицит гумуса. Для восполнения его необходимо вносить органические удобрения ежегодно — в среднем по 7 т/га, что составляет 44 млн т на площадь пашни. Теоретически область может быть

обеспечена органическими удобрениями только на 25 %. Основные же потери гумуса связаны с эрозией почв. Эродированные в различной степени почвы занимают более 60 % пашни. За период сельскохозяйственного использования запасы гумуса в пахотном слое обыкновенных черноземов Общего Сырта сократились в среднем на 59,8 т/га [2], в том числе в сильноэродированных — на 140,8 т/га. В связи с эрозией меняются показатели гумусного состояния черноземов. Исследования целинных, несмытых пахотных и эродированных в различной степени южных черноземов Общесыртовской возвышенности, приуроченных к одной склоновой ландшафтной микрозоне, на однородных почвообразующих породах и имеющих одинаковую давность освоения, показали, что содержание и запасы гумуса меняются от среднего (в целинных и несмытых пахотных) до очень низкого уровня (в средне- и сильноэродированных черноземах).

Профильное распределение гумуса изменяется от постепенно убывающего до резко убывающего. Значительно снижается степень гумификации органического вещества почвы. Гуматный тип гумуса в целинных, пахотных несмытых и слабосмытых черноземах меняется на гуматно-фульватный в сильноэродированных почвах. Одновременно такие важные характеристики качества гумуса, как обогащенность азотом, содержание свободных (связанных с кальцием) гуминовых кислот (в процентах к их сумме), остаются в пределах одной оценочной градации во всех изученных образцах. В результате снижения запасов гумуса, ухудшения его качества и глубокой обработки почв (до 30 см), применяемой в области (без учета генетической мощности черноземов), снижаются коэффициент структурности и водопрочность, возрастает фактор дисперсности, до неудовлетворительной падает скорость фильтрации подпахотного слоя сильносмытых и выпаханных черноземов [3]. Для восстановления свойств почв потребность в органическом веществе составляет по области 120—150 млн т в год. Даже внесение в почвы вместе с навозом соломы и других растительных остатков проблемы не решает.

Важно отметить, что в состав пашни входит немало полей и рабочих участков, почвы которых имеют низкую изначальную продуктивность. Это маломощные и неполноразвитые черноземы, щебнистые и песчаные почвы, солонцы различных видов, для которых еще не разработаны надежные методы мелиорации. Использование повышенных доз минеральных и органических удобрений для их улучшения не дает ожидаемого эффекта. Внесенные в почвы крутых и покатых склонов, они смываются ливневыми и талыми водами. Урожайность таких полей настолько низкая, что часто не компенсирует затрат семян. Целесообразно малопродуктивные почвы (в первую очередь — сильносмытые, неполноразвитые, щебенчатые и каменистые, песчаные и супесчаные, солонцы черноземные и темно-каштановые

корковые, мелкие и средние, и их комплексы с зональными почвами) исключить из пашни и использовать в качестве улучшенных сенокосов и пастбищ. При этом многолетние травы будут выполнять помимо основной мелиоративную роль. Часть высвободившейся земли должна стать резервным фондом.

Оптимальные соотношения между площадью пашни, сенокосов и пастбищ дадут возможность осуществить крупные качественные изменения в сельском хозяйстве. Расширение площади сенокосов и пастбищ позволит укрепить кормовую базу области. А рост урожайности зерновых (за счет повышения общей культуры земледелия, истинной его интенсификации на основе почвосберегающей технологии) не только компенсирует потери продукции растениеводства, вызванные уменьшением посевных площадей, но обеспечит ее прирост. Совершенная структура земельного фонда станет надежной основой рационального природопользования в системе агропромышленного комплекса области.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Общесоюзная инструкция по проведению геоботанического обследования природных кормовых угодий и составлению крупномасштабных геоботанических карт. М.: Колос, 1984. 105 с.

2. Русанов А. М., Блохин Е. В. Изменение почвенного покрова под влиянием эрозии и длительного хозяйственного использования // Эрозия почв и научные основы борьбы с ней. М., 1985. С. 109—115.

3. Трегубов П. С., Блохин Е. В., Русанов А. М. Изменение физических свойств почв под влиянием эрозии // Вестн. с.-х. науки. 1987. № 2. С. 59—65.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Ф. Г. ГАФУРОВ

АГРОХОЗЯЙСТВЕННЫЕ РЕКОМЕНДАЦИИ И ПУТИ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПОЙМЕННЫХ ПОЧВ НИЖНЕЙ ОБИ

В настоящее время ограниченность площадей почв, пригодных для сельскохозяйственного использования, и всевозрастающий антропогенный пресс на природу севера Тюменской области создали острую проблему рационального природопользования на северотаежном участке нижнего течения Оби. Его пойменные луга издавна используют как сенокосно-пастбищные угодья. По данным Ямало-Ненецкого окружного объединения агропрома, только 7,6 % этих лугов задействовано в сельском хозяйстве. М. К. Барышников [2,3] считает, что лишь 15 % земель от всей территории региона удовлетворяют требованиям, предъявляемым к сенокосным угодьям. По нашим подсчетам, в пределах Мужинского природного пойменного района земли, пригодные для сенокосно-пастбищных угодий (в их современном состоянии), занимают 16 % от всей площади (67 700 га). При средней урожайности 3,5—4,0 т/га сухого сена [2, 3, 12] с этой площади можно получить 237—270 тыс. т грубых кормов. Вполне достаточно, чтобы в 5—6 раз увеличить существующее поголовье (3—4 тыс. голов) крупного рогатого скота в Ямало-Ненецком автономном округе.

Однако особенности размещения этих угодий (пересеченный рельеф, узкие и вытянутые формы, повторяющие извилистый рисунок рельефа прирусловых грив) и их культуртехническое состояние во многом ограничивают возможность применения механизированных способов заготовки кормов. Отсутствие плотной дернины на поверхности, вязкость и топкость почвогрунтов, обилие кочек (высота их достигает 30—50 см при 50—75 % проективного покрытия) делают практически не приемлемым использование тракторов на колесном ходу. Тракторы на гусеничном ходу, как показывает практика, разрушают непрочный дерновый покров почв на лугах и усиливают эрозию во время паводков. Конную тягу невозможно использовать уже в зонах распространения аллювиальных дерново-глеевых почв из-за их вязкости и топкости. Вручную заготовить эти тонны сена при остром дефиците рабочих рук почти нереально, если еще учесть,

что продолжительность стояния паводковых вод в отдельные годы — свыше 60 дней. Сроки заготовки кормов смещаются на август и сентябрь. Это снижает и качество и количество кормов. Перестойные крупнозлаковые формации (в особенности канареечниковые) непригодны для выкашивания. При такой ситуации проблема увеличения поголовья крупного рогатого скота за счет заготовки местного сенажа остается.

Пастбищные угодья, как правило, расположены здесь вблизи животноводческих ферм (в радиусе не более 10 км) из-за пересеченности поймы густой сетью проток и обилия соровых депрессий. Пастбищ, пригодных для выпаса крупного рогатого скота на северотаежном участке поймы Оби, гораздо меньше, чем сенокосных угодий. Требования к пастбищным угодьям не менее строгие, чем к сенокосным, так как в пойменных экосистемах исследуемого региона только весьма ограниченное число формаций может без особой деградации (при соблюдении нормы выпаса) выдерживать пастбищную нагрузку. Сюда в первую очередь следует отнести корневищно-мелкозлаковые формации высокой поймы с разнотравно-мятликовыми ассоциациями. Дерновый слой аллювиальных дерново-глееватых и глубоко-глееватых слоистых почв под этими лугами хорошо выражен и неплохо переносит вытаптывание. Ввиду малой влагонасыщенности и песчано-супесчаного гранулометрического состава этих почв при интенсивной пастбищной нагрузке заметных физических изменений не наблюдается.

Выпас крупного рогатого скота на корневищно-крупнозлаковых формациях с вейниковыми или канареечниковыми ассоциациями (даже при минимальной пастбищной нагрузке) ведет к выбиванию дернового покрова и его закочкариванию. При этом падает продуктивность растительного покрова и уплотняются верхние горизонты почв. Ухудшаются и без того неблагоприятные дренажные условия почвенных толщ. Вейник Лангсдорфа и канареечник, доминирующие в этих лугах, выпас скота переносят плохо: угнетаются и выпадают из травостоя [6]. Животные хорошо поедают их только до фазы цветения. Эти растения преимущественно произрастают на аллювиальных дерново-глеевых и глееватых почвах тяжелосуглинистого и среднесуглинистого гранулометрического состава.

Ввиду малой мощности органогенных горизонтов (АД+А1< 30 см), тяжелосуглинистого гранулометрического состава верхних горизонтов и влагонасыщенности почвенной толщи, в целом эти почвы (особенно дерновый горизонт) плохо переносят вытаптывания при пастбищной нагрузке. Следовательно, на всей территории поймы остаются пригодными для пастбищ только мятликовые луга на аллювиальных дерново-глубокоглееватых слоистых почвах высокой поймы. Причем площади их распространения в пределах Мужинского природного пойменного района весьма ограничены. Поэтому дальнейшее увеличе-

ние поголовья крупного рогатого скота повлечет за собой нехватку хороших пастбищных угодий.

Решить проблему, на наш взгляд, поможет принятие следующих мер. Первая, наиболее приемлемая в настоящий момент,— проведение серии культуртехнических мероприятий по улучшению агротехнического состояния сенокосно-пастбищных угодий. Сюда наряду со срезкой кочек и древесно-кустарниковой растительности необходимо включить и агрохимические работы, направленные на повышение плодородия почв, окультуривание угодий, не забывая о щадящем режиме по отношению к компонентам экосистем. Вторая (на перспективу) — поиск не традиционных, учитывающих местные природные условия, мероприятий коренной мелиорации пойменных переувлажненных лугов в целях улучшения водно-физических условий гидроморфных почв. Третья — создание новой технологии кормозаготовок, специализированной для условий поймы нижнего течения Оби, которая бы не входила в противоречие с принципами рационального природопользованя.

Для осуществления этой программы предлагаем следующие рекомендации. Во-первых, необходимо провести работу, связанную с окультуриванием сенокосно-пастбищных угодий, не требующую особо крупных финансовых затрат. Сюда входит срезка кочек и древесно-кустарниковой растительности с последующим залужением поверхности почвы травосмесью из местных видов (таких, как мятлик луговой, вейник Лангсдорфа, канареечник, бекмания). Учитывая, что древесно-кустарниковая растительность укрепляет берега от размыва, ее необходимо сохранить на эрозионно опасных участках, а там, где нет — посадить. Срезка кочек эффективна только на полугидроморфных почвах, так как здесь не нужны коренные мелиоративные работы. Залужение травосмесями путем оборота пласта, т. е. отвальным распахиванием почвы, недопустимо: слишком велика вероятность смыва маломощного плодородного слоя (АД+А1 — не более 25 см) паводковыми водами.

Часто применяемый метод повышения продуктивности лугов и их агротехнического состояния — сжигание прошлогодней ветоши [7] — увеличивает урожайность сена на водноосоковых лугах с 24,7 до 58,6 ц/га. Это, хотя и дает эффект прибавки урожая, но нерационально, ввиду того, что весной страдает множество птичьих гнезд, столь обильных в этих лугах, а осенью, по мнению И. М. Скулкина [12], повреждаются почки возобновления у злаков. И на следующий год возможно даже снижение продуктивности.

Следует отдельно остановиться на вопросе об улучшении водно-физических свойств аллювиальных дерново-глубокоглееватых и дерново-глееватых почв без сооружения осушительной сети. Сюда в первую очередь следует отнести глубокое рыхление щелеванием и кротованием. При этом значительно возрастает

воздухо- и водопроницаемость почв, активизируется деятельность микроорганизмов, улучшается пищевой режим растений. Поэтому урожай луговых фитоценозов возрастает почти в 2 раза [9].

Пойменные почвы нижнего и среднего течения Оби отзывчивы на внесение минеральных удобрений [4—13]. Высокий эффект на аллювиальных дерново-глеевых почвах обеспечивает внесение NK. Фосфорные же удобрения заметной прибавки к продуктивности не дают. Эффективность внесения удобрений, содержащих фосфор, возрастает при совместном применении с сульфатами и молибденами [9]. Установлено, что при совместном применении NPK (соотношение N : P : K=43 : 6 : 4) сбор сена на пойменных лугах Тюменской области увеличивается в 1,5—2 раза — до 40 ц/га. Наиболее экономически целесообразным считают дозы N — 60, P — 30, K — 45 ц/га. Для условий поймы нижнего течения Оби установлено, что урожайность повышает совместное внесение удобрений в дозах $N_{180}P_{60}K_{60}$ [11].

Исходя из полученных нами данных по агрохимическому состоянию почв исследуемого региона следует признать необходимость внесения азотных, фосфорных и калийных удобрений. Оптимальные дозы могут быть рекомендованы только после полевых опытов. Однако дозу калийных удобрений целесообразно снизить (иследуемые почвы достаточно ими обеспечены), а фосфорных — увеличить (ввиду возрастания вероятности перехода подвижных соединений фосфора в малорастворимые соединения с полуторными оксидами).

Аллювиальные дерновые, различной степени оглеения слоистые почвы требуют бóльшую дозировку удобрений, чем их неслоистые аналоги. При облегченном гранулометрическом составе они имеют меньшую емкость почвенно-поглощающего комплекса и хорошие условия внутрипочвенного дренажа, поэтому при меньшей обеспеченности питательными элементами обладают нежелательным эффектом большего их выноса за пределы почвенного профиля. Наиболее оптимальные способ и время внесения удобрений — самолетом и сразу же после спада паводковых вод [13].

Второе направление решения задач повышения продуктивности сенокосно-пастбищных угодий сводится главным образом к урегулированию водно-воздушного режима переувлажненных почв. Как уже отмечалось, одно из главных препятствий хозяйственного использования пойменных лугов нижнего течения Оби — сверхдлительные паводки. Согласно агрохозяйственной оценке режима поемности [14], зоны распространения минеральных гидроморфных и аллювиальных болотных почв (до 4 м над уровнем межени) относятся к поясу длительного стояния паводковых вод (более 30 дней). Луга на таких почвах с подобным режимом поемности не могут быть рекомендованы даже как сенокосные угодья.

Продолжительная поемность (15—30 дней) характерна для высотных отметок — от 4,5 до 4,9 м. Это зона аллювиальных дерново-глееватых почв. Она благоприятна не для всех видов трав. Здесь исключаются все пропашные культуры. Ее можно использовать только как сенокосные угодья. Участки, занятые мятликовыми формациями, можно рекомендовать как пастбищные угодья с щадящей пастбищной нагрузкой. Мятликовые сообщества, как правило, приурочены к аллювиальным дерново-глееватым слоистым почвам. Эти экотопы неплохо переносят пастбищные нагрузки.

Высотные отметки (свыше 4,9—5 м) характеризуются средней продолжительностью поемности (менее 15 дней). Это преимущественно луга высокого экологического яруса поймы с зоной распространения аллювиальных дерново-глубокоглееватых слоистых почв. Зона благоприятна только для естественно сеянных трав.

Здесь получили развитие мятликовые сообщества. Их лучше всего использовать как сенокосно-пастбищные угодья, так как они хорошо переносят средние пастбищные нагрузки.

Большая часть почвенного покрова занята гидроморфными почвами и требует проведения коренных мелиоративных мероприятий по оптимизации их водно-физического режима. Такой путь освоения этих почв в поймах среднего и нижнего течения Оби в ближайшие годы экономически не выгоден из-за сложности и высокой стоимости мелиоративных работ, которые делают их практически не окупаемыми [10,1]. К тому же осушительные системы в зоне длительных паводков (порой и катастрофических) потребуют в ходе эксплуатации немалых капиталовложений для поддержания их в рабочем состоянии, что увеличит нерентабельность этих систем.

Строительство и эксплуатация мелиоративных систем столкнутся с трудно разрешимыми на сегодняшний день проблемами инженерного характера. Во-первых, насыщенность гидроморфных почв подвижными соединениями железа, а также длительное сезонно-мерзлое состояние почвогрунтов резко снизят эффективность работы закрытой дренажной сети. Во-вторых, наличие в подстилающем аллювии тиксотропных, заиленных, оплывающих толщ не позволит произвести прокладку дешевых открытых осушительных систем и прорезание дренажных щелей и кротовин. В-третьих, эффективность обваловывания будет чрезвычайно низка без строительства польдерных систем, предусматривающих двухстороннее регулирование водного режима (ввиду близкого залегания грунтовых вод и подпора их речными водами через неглубоко лежащие (1—3 м) водоносные речные фации аллювия).

Анализ показал, что размещение сенокосных угодий, их культуртехническое состояние, переувлажненность почвогрунтов и сверхдлительные паводки чрезвычайно ограничивают воз-

можность механизированной уборки сена. В связи с этим возникает третье направление — более полное использование растительных ресурсов переувлажненных лугов на гидроморфных почвах за счет создания новых, отличающихся от существующих, технологий заготовки кормов. Он возникает в силу тех затруднений, которые связаны в настоящее время с проведением осушительных мелиоративных мероприятий. Предполагаемая технология должна без коренных нарушений структуры пойменных экосистем изымать ту часть биомассы, которая в настоящее время не используется. По нашему мнению, это направление перспективнее второго.

В заключение необходимо сказать, что в целях рационального использования природных ресурсов поймы и контроля за состоянием эксплуатируемых сенокосно-пастбищных угодий в каждом пойменном природном районе необходимо предусмотреть заповедование наиболее продуктивных эталонных участков во всех существующих формациях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асеева А. И. Сельскохозяйственный потенциал Обь-Иртышской луговой поймы и его использование // Сибирский географический сборник. Новосибирск, 1980. Вып. 15. С. 51—114.

2. Барышников М. К. Луга Оби и Иртыша Тобольского Севера. М.: Изд-во Госземобъединения, 1933. 95 с.

3. Барышников М. К. Луга низовьев Оби, их характеристика и перспектива использования // Тр. НИИ с.-х. Крайнего Севера. Норильск, 1961. Т. 10. С. 115—158.

4. Бурлака В. В. Сенокосы и пастбища Обь-Иртышья, их улучшение и рациональное использование // Там же. С. 33—50.

5. Бурлака В. В., Шайтан Б. И. Создание продовольственной базы в промышленных районах Тюменского Севера // Проблемы сельскохозяйственного освоения Обь-Иртышья. Тюмень, 1973. С. 24—32.

6. Дмитриева С. И., Игловиков В. Г., Конюшков Н. С., Раменская В. М. Растения сенокосов и пастбищ. М.: Колос, 1974. 196 с.

7. Дыдина Р. А. Пойменные луга низовий Оби как резервы для развития животноводства // Тр. НИИ с.-х. Крайнего Севера. Тюмень, 1958. Т. 6. С. 18—28.

8. Иванова Л. В. Эффективность использования минеральных удобрений на заливных лугах Северо-Енисейской поймы // Науч.-техн. бюл. Новосибирск, 1978. Вып. 19. С. 25—31.

9. Куляхтин М. Ф. Повышение плодородия пойменных аллювиальных дерново-глеевых почв в долине Оби // Специфика почвообразования в Сибири. Новосибирск, 1979. С. 234—242.

10. Овчинников С. М., Кульшин В. А. Почвы Обской поймы широтного отрезка и эффективное их использование // Проблемы использования и охрана почв Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск, 1984. С. 65—69.

11. Пуртов Г. М., Черкашин А. Я. Эффективность применения азотных удобрений на естественных лугах Обь-Иртышской поймы // Проблемы сельскохозяйственного освоения Обь-Иртышья. Тюмень, 1973. С. 84—87.

12. Скулкин И. М. Пойменные луга низовьев Оби, их продуктивность и пути рационального использования. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Свердловск, 1987.

13. Тюменцев Н. Ф., Христолюбов С. П., Цыцарева Л. К. Эффективность внесения минеральных удобрений на пойменных землях Оби в пределах Томской области // Сборник статей по вопросам мелиорации земель Западной Сибири. Тюмень, 1972. С. 93—97.

14. Шраг В. И. Пойменные почвы, их мелиорация и сельскохозяйственное использование. М.: Россельиздат, 1969. 270 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

А. Д. СЕРГЕЕВ

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ БАССЕЙНОВ МАЛЫХ РЕК СТЕПНОЙ ЗОНЫ ЮЖНОГО УРАЛА

Степи нашей страны — зона интенсивной хозяйственной деятельности, где наибольшему антропогенному воздействию подвергаются речные бассейны, и прежде всего бассейны малых рек. Под речным бассейном принято понимать часть земной поверхности, включающую толщу водоносных пород, откуда воды стекают в отдельную реку или речную систему. Общепринятым считается определение малой реки как постоянного или временного водотока с площадью водосбора менее 2000 км^2. По территории Оренбургской области протекает 617 рек длиной от 10 до 200 км, но лишь 15 из них — более 100 км.

Современная экологическая ситуация в басейнах малых рек степной зоны Южного Урала определяется антропогенным воздействием на отдельные компоненты ландшафта. По результатам исследований, проведенных в бассейнах рек Донгуз и Черная — левых притоков Урала первого порядка, изучения картографических и фондовых материалов можно выделить несколько наиболее существенных антропогенных факторов, в значительной мере влияющих на экологическую обстановку в бассейнах названных рек и на степень изменения природных комплексов. На этой основе Оренбургской лабораторией ландшафтной экологии составлена таблица ландшафтно-экологических критериев мелиорации бассейнов малых рек (на примере Догуза и Черной), которая дана в сокращенном виде (см. таблицу). В ней учтены совокупность антропогенных факторов и вызываемые ими экологические последствия, намечен комплекс восстановительных мелиоративных мероприятий, а также определены параметры оптимального состояния окружающей среды. При выполнении хозяйственных мероприятий, в том числе и мелиоративных, необходимо учитывать высокую экологическую уязвимость бассейнов малых рек, что обусловлено их незначительной площадью, малой водностью, низкой способностью к самоочищению и высокой степенью хозяйственной освоенности территории. При создании лесных насаждений вокруг водоемов необходимо учитывать длину, крутизну, форму склонов, гранулометрический состав почв и т. д. Ширину и характер во-

Ландшафтно-экологические критерии мелиорации бассейнов малых рек (на примере Донгуза и Черной)

Антропогенный фактор и экологические последствия	Мелиоративные мероприятия	Параметры оптимального состояния окружающей среды
Вырубка водораздельных и прибрежных лесов		
Изменение гидрологического режима рек: сокращение продолжительности и увеличение пика паводка; уменьшение грунтовой составляющей в питании рек; увеличение объема твердого стока; интенсификация процессов эрозии и заиления поймы и русел рек	Прекращение рубки; облесение прибрежной полосы рек и притоков, водоразделов	Облесенность: водоразделов — 8, прибрежной полосы — 50—60 %
Распашка земель (ранее залесенных участков, водоразделов, долин и прибрежных полос малых рек)		
Развитие очагов водной и ветровой эрозии, рост оврагов, увеличение поверхностного и твердого стока, заиление русел и пойм малых рек	Прекращение распашки; перевод малопродуктивной пашни в сенокосы и пастбища; залужение пашни в пойме, прибрежной полосе, водоохранной зоне; облесение эрозионно опасных земель	Распаханность: бассейна — 45—50, долин, рек — 25—30, пойм — 0 %
Выпас скота и размещение животноводческих объектов в непосредственной близости от водоемов		
Деградация естественной растительности; скотосбой; изменение физико-механических свойств почв; активизация процессов эрозии; переунавожение почвы; нитратное загрязнение водоисточников; затаптывание родников; уничтожение прибрежной растительности	Нормирование пастбищной нагрузки, прекращение выпаса в прибрежной полосе; создание культурных пастбищ и перевод скота на стойловое содержание; вынос всех животноводческих объектов (комплексов, летних лагерей скота, доек и т. д.) за пределы водоохранной зоны и прибрежной полосы; строительство очистных сооружений	Нагрузка скота на 100 га пастбищ: КРС — не более 25—30 голов, овец — 100—120
Регулирование местного стока (строительство прудов и водохранилищ сезонного и многолетнего регулирования)		
Изменение гидрологического режима; изъятие части стока; снижение эффективных процессов самоочищения; нарушение почвенно-растительного покрова; заболачи-	Определение оптимальных параметров зарегулированности и изъятия стока; предварительная экологи-	Зарегулированность стока — не более 30, изъятия стока — 10 %

Антропогенный фактор и экологические последствия	Мелиоративные мероприятия	Параметры оптимального состояния среды
вание и засоление земель в нижнем бьефе; развитие процессов водной и ветровой эрозии; активизация процессов заиления русла и поймы	ческая экспертиза гидротехнических проектов; безусловная ликвидация временных земляных плотин в русле реки и ее притоков; разработка и соблюдение наиболее рационального режима водопользования и водопотребления	—
Водопотребление и водоотведение		
Уменьшение стока и понижение уровня грунтовых вод; ухудшение качества воды и ее загрязнение; загрязнение почвы и увеличение безвозвратных потерь воды	Контроль за потреблением и использованием воды; создание эффективных систем очистки промышленных и хозяйственно-бытовых стоков; полное прекращение сброса неочищенных сточных вод в реки и их притоки	—
Строительство транспортных магистралей		
Изменение баланса поверхностного стока и концентрации потоков; сокращение стока; образование бессточных западин; засоление и заболачивание земель; стимулирование процессов водной эрозии	Экологическая экспертиза проектов; создание водопропускных сооружений при строительстве транспортных магистралей	—
Применение гербицидов, пестицидов и других химических веществ		
Ухудшение качества воды; загрязнение почвы; уничтожение древесной растительности; гибель животных в результате отравления	Контроль за применением и строгое нормирование использования ядохимикатов и минеральных удобрений; полное запрещение их использования в прибрежной полосе и водоохранной зоне	—

доохранных зон определяют величиной реки, шириной ее долины и другими уже названными показателями (для рек Донгуз и Черная — 200 м). Необходимы охранные зоны двух категорий — прирусловая (на обоих берегах) и склоновая. Ширина их может быть различной: на участках с повышенной эрозион-

ной активностью и уничтоженной растительностью — 30—40 м; на малоизвилистых (с незначительной эрозией) — 20—30; на участках со стабильными и заросшими берегами — 10—15 м. У охранных зон возле крутых (эродируемых и подверженных овражной и оползневой эрозии) склонов наибольшая ширина 50 м.

Не все эти рекомендации учтены при составлении проектов создания водоохранных зон и прибрежных полос рек Донгуз и Черная. Тем не менее, общая площадь прибрежных лесных насаждений будет увеличена со 198,2 до 522,7 га и со 184,6 до 410,6 га соответственно.

Один из важнейших принципов поддержания экологической стабильности ландшафтов — равномерность распределения лесонасаждений. Среди различных параметров размещения лесонасаждений важнейшие — площадь безлесного пространства (поля) и оптимальное расстояние между лесными насаждениями. Эти показатели зависят от типа рельефа, гранулометрического состава почвы, направления господствующих ветров.

Распаханность территории — один из характерных показателей оптимальности организации агроландшафта. Ее величина в бассейнах Донгуза и Черной достигает 75 %. Таким образом, на сенокосы и пастбища остается всего 20 %, что крайне недостаточно. Лишь 21 % поголовья скота, имеющегося в области, можно обеспечить естественными кормами. Выход — в организации культурных пастбищ, их обводнении, а также в переводе низкопродуктивной пашни в пастбища и сенокосы. Не следует, однако, забывать, что пашня — основной источник заиления малых рек и их притоков. Причина этого — распашка склоновых (эрозионно опасных) и даже пойменных земель (в водоохранной зоне Черновского водохранилища — до 200 га пашни).

В непосредственной зависимости от площади пашни находится и пастбищная нагрузка на естественные фитоценозы: в среднем на 1 га — от 0,79 в бассейне Донгуза до 1,11 голов — в Черной. В связи с ранним выгоранием степи и отсутствием оборудованных водопоев наблюдается концентрация скота в водоохранной зоне (на 1 га — 8,82—8,61 головы) и прибрежной полосе (12,51—25,81 головы) соответственно по бассейнам, в отдельных хозяйствах — до 57 голов на 1 га. Такие нагрузки приводят к деградации растительного покрова, появлению в травостое большого числа синантропных видов, вытаптыванию и стравливанию не только естественной, но и культурной растительности (в 1985 г. Павловским лесничеством было списано 20 га водоохранных лесных полос по р. Донгуз).

Сток малых рек нуждается в регулировании: многолетнем — с помощью крупных водохранилищ — и сезонном — посредством земляных плотин. Определение оптимального уровня зарегулированности стока должно, вероятно, базироваться на тща-

тельном изучении различных характеристик реки. Объем изъятия стока, по всей вероятности, не должен превышать 10 % — в пределах естественных среднемноголетних колебаний стока рек степной зоны.

У временных земляных плотин есть существенные недостатки: они задерживают и без того незначительный меженный сток, создают дополнительные очаги водной эрозии и стимулируют (наряду с распашкой) процессы заиления русла и поймы малой реки. Хотя постановлением облисполкома строительство таких плотин запрещено, оно продолжается почти повсеместно. На р. Донгуз и ее притоках из 37 прудов и водохранилищ 33 — беспроектные, на р. Черной из 17 — 16.

В нижнем бьефе прудов и водохранилищ зачастую происходят процессы засоления и заболачивания. Необходимо также учитывать и колебания уровня воды в водохранилищах. Для уменьшения отрицательного воздействия таких колебаний следует внедрять эколого-гидротехническую систему оптимизации водохранилища и его среды. В нее должны быть включены гидротехнические мероприятия по стабилизации уровня воды, работы по формированию берегов и дна водохранилища и деление водоема. Гидротехнические мероприятия осуществляются в самом водохранилище и на его притоках. Основная их цель — поддержание оптимального уровня воды в отдельных частях водоема и уменьшение площади осушаемых мелководий (особенно в прудах и водохранилищах, используемых для орошения). В верховьях и на боковых притоках таких водоемов строят подводные (либо обычные) дамбы, поддерживающие необходимый горизонт воды в верхней и мелководных частях водохранилища. Сооружение дамб на некотором расстоянии одна от другой обеспечит (при минимальном уровне воды) 2—3 м глубины в их нижних бьефах. Аналогичные рекомендации были разработаны для Черновского водохранилища, но на практике пока не применялось.

Осуществление мелиоративных работ в бассейнах малых рек степной зоны Южного Урала — проблема достаточно острая. Основные их принципы были разработаны еще В. В. Докучаевым [1]. Современные достижения науки [2, 3] позволят создать конкретную программу оптимизации агроландшафтов, что будет содействовать решению продовольственной проблемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Докучаев В. В. Наши степи прежде и теперь. М.: Изд-во АН СССР, 1953. 97 с.

2. Разин Н. В., Введенская Э. Д. Современное состояние, комплексное использование и охрана водных ресурсов малых рек // Комплексное использование и охрана водных ресурсов малых рек. М., 1979. С. 101—132.

3. Экологическая оптимизация агроландшафта. М.: Наука, 1987. 240 с.

В. М. ЛУЗИН

К ПРОБЛЕМЕ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГОРНЫХ ПОЧВ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Свердловская область располагает большими земельными ресурсами — 19,4 млн га. На долю земель сельскохозяйственного назначения приходится меньше $^1/_4$—23,6 %; угодья занимают 15,4, пашня — 7,9 % [4,7]. Считается [4], что к настоящему времени площадь пашни увеличилась на 86 %, а кормовых угодий — в 1,5 раза. Напротив, за последние 30 лет наблюдалось значительное сокращение (более чем на $^1/_4$) кормовых угодий. Незначительно увеличилась площадь пашни [2]. При этом доля площади пашни и кормовых угодий, приходящихся на одного человека, уменьшилась. Сейчас эти показатели более чем в 2 раза ниже средних по СССР [7,8].

Все наиболее ценные в агрономическом отношении почвы Свердловской области используют в сельском хозяйстве. В лесостепной зоне Зауралья и Предуралья таких почв не осталось. В Зауральской равнинной провинции (в подзоне северной и средней тайги) заболоченные почвы занимают около 50 % [6], что наряду с неблагоприятными климатическими условиями делает их освоение неперспективным. Наиболее благоприятные условия для расширения сельскохозяйственных угодий — в южно-таежной подзоне Зауралья [12]. Однако у почв этой подзоны (особенно горной и холмисто-предгорной провинций) горный облик. Использование их может привести к нежелательным последствиям — эрозии почв, нарушению водорегулирующей и природоохранительной функций лесов. Такая опасность есть: на рассматриваемой территории проживает основная часть населения области, которая широко использует близлежащие к городам земли (в том числе горные) для создания подсобных хозяйств.

Горные почвы имеют ряд специфических черт: высокую каменистость, контрастность водно-температурного режима, своеобразие поступления и миграции веществ. Все это обеспечило возможность формирования на Урале, наряду с дерново-подзолистыми почвами, бурых горно-лесных [13]. Опыт освоения таких почв в других регионах показал, что оно сопровождается процессами эрозии. В Прикарпатье, например, за пять лет после

сведения леса и распашки почв вдоль склонов эрозионные процессы привели к глубоким генетическим преобразованиям в почвенном профиле [10]. В эродированных буроземах резко ухудшаются физические, физико-химические и агрохимические свойства, т. е. снижается их плодородие. Уменьшение водопроницаемости, усиление эрозии отмечены на вновь осваиваемых горных почвах Тянь-Шаня [1]. Перераспределение влаги в них происходит боковым внутрипочвенным стоком, и 10—30 % годового количества осадков стекает вниз через профиль почвы [11]. На подгорной подошве наблюдается переувлажнение.

Близкое залегание плотных пород обусловливает высокую каменистость профиля большинства горных почв, что приводит к быстрому износу орудий труда. При расчете запасов питательных веществ необходимо делать поправку на каменистость, иначе данные получаются завышенными, т. е. нужны иные методические подходы. Скелетные почвы обладают высокой водопроницаемостью, воздухоемки, но при содержании более 50 % скелета в слое 0—50 см они избыточно водопроницаемы. И чем больше содержание скелета в почве, тем меньше запасы продуктивной влаги [5]. Содержание гумуса в почве находится в прямой зависимости от скелетности профиля [3].

Как уже было отмечено, для горной зоны Урала характерно формирование особого почвенного типа (отличного от зонального равнинного) — бурых горно-лесных почв. До настоящего времени на Урале не проводили исследования влияния окультуривания на бурые горно-лесные почвы. Особенности их формирования и своеобразие свойств требуют разработки дифференцированного подхода к использованию. Выделяют три подтипа — маломощные (неполноразвитые), типичные и оподзоленные (буро-подзолистые) [13]. Первый подтип — исконно лесные земли; второй и третий могут ограниченно использоваться в сельском хозяйстве.

Отличительная особенность бурых целинных почв — высокое содержание гумуса и постепенное уменьшение его количества с глубиной. В качественном составе гумуса этих почв отмечены высокое содержание гуминов (негидролизуемого остатка), преобладание фульвокислот над гуминовыми кислотами ($C_{гк} : C_{фк} < 1$, реже — близко к 1), а среди последних — буровых ульминовых кислот (фракция I). Основная форма связи гуминовых кислот с минеральной частью почвы — их связанность с подвижными формами железа. Полуторные оксиды, освобождающиеся в процессе выветривания, играют роль агента, затормаживающего оподзоливание.

Для минеральной части бурых лесных почв наиболее характерно оглинивание (в верхних горизонтах или на некоторой глубине накапливаются илистые частицы, а следовательно — и вторичные минералы). Эти почвы отличаются повышенным содержанием свободных и окристаллизованных форм железа.

Другая характерная особенность бурых почв, отличающая их от подзолистых, — аккумулятивный характер распределения поглощенных оснований по профилю. Реакция этих почв колеблется в больших пределах; однако все они относятся к кислым (pH в KCl 4—5). Им свойственна также высокая гидролитическая и обменная кислотность. Несмотря на значительное содержание поглощенных оснований (по сравнению с подзолистыми), они отличаются невысокой степенью насыщенности. Микробиологическая активность бурых лесных почв выше, более плавно уменьшается в них численность микроорганизмов с глубиной, чем в подзолистых. Это согласуется с содержанием питательных элементов в сравниваемых почвах.

Система мероприятий, направленных на поддержания природного плодородия почв при их сельскохозяйственном использовании, должна учитывать все их свойства. В этой проблеме много дискуссионных вопросов. Например, неясно, можно ли использовать принятые расчеты норм извести применительно к этим почвам. Есть мнение [9,10], что известкование буроземов Карпат дозами извести более 5 т/га неэффективно. Вряд ли правомочно это положение для бурых почв Урала. В органических удобрениях бурые лесные почвы не нуждаются в связи с высокой естественной гумусностью. Однако активизация микробиологических процессов, происходящая при распашке почв, может привести к их резкой дегумификации.

Таким образом, необходима строго научно обоснованная система рационального использования бурых лесных почв с учетом совокупности экологических условий их формирования и свойств.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ассинг И. А. Горные почвы и вертикальная почвенная зональность на Северном Тянь-Шане // Почвоведение. 1986. № 9. С. 14—21.

2. Гафуров Ф. Г. К вопросу о трансформации земельных угодий Свердловской области // Антропогенные воздействия на свойства почв. Свердловск, 1987. С. 93—97.

3. Каплюк А. Ф., Полякова А. Ф., Стародубова В. А. Запасы гумуса и азота в бурых лесных почвах Горного Крыма // Почвоведение. 1985. № 9. С. 72—83.

4. Карпенко В. Ф. Потенциальные возможности расширения сельскохозяйственных угодий в Свердловской области // Земельные ресурсы Южного Урала и Среднего Поволжья и вопросы рационального их использования. Уфа, 1973. С. 20—21.

5. Опанасенко Н. Е. Характеристика плантажированных скелетных почв Крыма // Почвоведение. 1985. № 3. С. 110—115.

6. Разорвин И. В., Дормидонтов М. П., Федоткин А. В. Эффект мелиорации земель. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1979. 180 с.

7. Свердловская область в цифрах за 1981—1985 гг.: Статистический сборник. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1987. 128 с.

8. СССР в цифрах в 1985 г.: Краткий статистический сборник. М.: Финансы и статистика, 1986. 130 с.

9. Тополный Ф. Ф. Особенности химической мелиорации горных почв Украинских Карпат // Тезисы докладов II съезда почвоведов и агрохимиков УССР. Харьков, 1986. С. 206—207.

10. Туренко А. М., Донцов М. Б., Попович Л. П., Фантух В. С. Особенности генезиса и охраны бурых лесных почв при сельскохозяйственном использовании в пределах Карпат // Тезисы докладов Житомирской конференции. Харьков, 1987. С. 90—91.

11. Уваров В. Н., Иотов А. И. О роли воды в почвообразовании // Почвоведение. 1985. № 2. С. 15—29.

12. Фирсова В. П. Пути рационального использования лесных земель Свердловской области // Земельные ресурсы Южного Урала и Среднего Поволжья и вопросы рационального их использования. Уфа, 1973. С. 37—39.

13. Фирсова В. П. Почвы таежной зоны Урала и Зауралья. М.: Наука, 1977. 176 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

В. П. ГУСЕВ

ОПТИМИЗАЦИЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВОДНЫХ И ПОЧВЕННЫХ РЕСУРСОВ НА ОСНОВЕ ЗАМКНУТЫХ ВОДООБОРОТНЫХ СИСТЕМ В МЕЛИОРАЦИИ

Водная мелиорация как способ регулирования плодородия земель и повышения урожайности сельскохозяйственных культур получает все большее распространение. Состояние водных ресурсов, формирующихся под влиянием сельскохозяйственно-мелиоративной деятельности, постоянно ухудшается [1,2]. Загрязнение водоисточников сопровождается истощением почвенного плодородия. При этом наибольшую опасность представляет развитие поверхностного стока, при котором потеря питательных элементов соизмерима с ежегодным внесением минеральных удобрений. Отрицательное воздействие сельского хозяйства на водные ресурсы по биогенам значительно превышает влияние промышленности и коммунального хозяйства.

Рассматривая степень воздействия гидромелиораций на водные и почвенные ресурсы, необходимо отметить следующее. Дополнительное увлажнение почвы (орошение) приводит к объективно неизбежному уменьшению свободной капиллярной пористости. При верхнем пределе увлажнения вся капиллярная пористость заполнена влагой. В результате уменьшается доля атмосферных осадков (та, что идет на капиллярное насыщение и составляет в почве практически неподвижную часть влаги), а доля осадков, которая идет на формирование инфильтрационного стока, соответственно возрастает. Нарушается сложившееся в природе равновесие скорости инфильтрационного пополнения запасов грунтовых вод и скорости их оттока в естественную дренирующую сеть. Уровень грунтовых вод начинает подниматься. Но при этом увеличиваются гидравлический уклон в сторону дренирующей сети и скорость оттока грунтовых вод. В конечном счете скорости уравниваются, но уже на более высокой отметке стояния грунтовых вод. Причина этого — повсеместное развитие вторичного заболачивания, вторичного засоления, возрастание выноса солей и др.

Дополнительное увлажнение почв приводит к уменьшению скорости впитывания. Исследования, выполненные нами на серых лесных суглинистых почвах (колхоз им. Жданова Богда-

новичского р-на Свердловской обл.), свидетельствует о том, что при естественном дефиците капиллярного насыщения подпахотного горизонта (109 мм до глубины залегания грунтовых вод) скорость впитывания составляет 1,9 мм/мин, а в состоянии полного насыщения — 0,18 мм/мин. Отсюда очевидно, что в природных условиях увлажнения только редкие ливневые дожди в состоянии образовать верховодку в пахотном горизонте и вызвать поверхостный склоновый сток. В условиях же орошения вероятность возникновения поверхностного стока резко возрастает. Анализ интенсивности дождей в сопоставлении со скоростью инфильтрации и натурные наблюдения подтверждают это. В 1972—1986 гг. ни один из 133 дождей не имел интенсивность выше 1,9 мм/мин. Не было зафиксировано и наличие поверхностного стока в естественных условиях на данных почвах. В то же время при орошении из тех же 133 дождей 67 имели интенсивность выше 0,18 мм/мин. По этой причине (а в ряде случаев и в связи с переполивом) на объекте орошения периодически отмечалось наличие поверхностного стока.

Оценивая изменения в природной обстановке в связи с осушением, необходимо отметить прежде всего снижение уровня грунтовых вод (УГВ) не только в границах объекта мелиорации, но и на прилегающей территории, иногда на расстоянии до 4—12 км [3]. Это находит свое объяснение в том, что при нарезке нагорно-ловчих каналов, спрямлении и углублении русел водоприемников понижается базис дренирования. В результате расширяются зоны депрессии грунтовых вод и возрастает их приточность в водоприемник мелиорируемого водосбора. Соответственно расход воды на смежных водосборах снижается. Нарушается гидрологическое равновесие в системе осушаемого и смежных водосборов.

Нарезка систематического дренажа вызывает ускорение снижения УГВ и скорости оттока грунтовых вод в водоприемник. Негативный результат — увеличение неравномерности грунтового стока в меженный период. Для устранения отрицательного воздействия мелиорации на природные комплексы необходимы совершенствование систем мелиорации, переход на замкнутые водооборотные системы.

Предлагаемое нами техническое мероприятие обеспечивает поддержание естественного уровенного режима грунтовых вод тем, что оросительная система расположена выше по рельефу местности — в зоне влияния осушительной системы. Обе системы, таким образом, оказываются гидравлически сопряженными. Возникает зона взаимного положительного влияния. Отдельно взятые отрицательные процессы повышения (орошение) и понижения (осушение) уровня грунтовых вод взаимно компенсируются. Режим их остается близким к естественному.

На прилегающем участке русла реки-водоприемника последовательно по течению размещены водохранилище и пруд-нако-

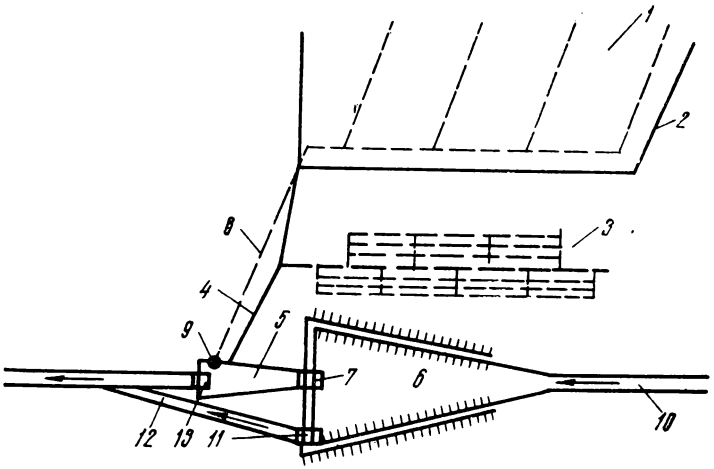


Схема распределения элементов водооборотной мелиоративной системы:
1 — участок орошения; *2* — нагорно-ловчий канал; *3* — участок осушения; *4* — магистральный канал; *5* — пруд-накопитель; *6* — водохранилище; *7, 11, 12* — водорегулирующее устройство; *8* — насосная станция; *9* — напорный трубопровод; *10* — река-водоприемник; *13* — изолированный водовод.

питель стоков с мелиоративных систем. Они оборудованы водорегулирующими устройствами, одним из которых водохранилище связано с прудом-накопителем, а другим (посредством изолированного водовода) — с руслом реки ниже пруда-накопителя. Третье связывает пруд-накопитель с руслом реки. Речной сток оказывается изолированным от загрязняющего влияния мелиоративных систем, а сами мелиоративные стоки, обогащенные элементами минерального питания растений, возвращаются обратно в биологический цикл сельскохозяйственного угодья через оросительную систему.

Замкнутая водооборотная система (см. рисунок) работает следующим образом. Возвратные воды с оросительной системы по нагорному каналу и дренажные воды с осушительной системы по магистральному каналу поступают в пруд-накопитель. Стоки с мелиоративных систем, имеющие повышенную минерализацию, разбавляются чистой водой водохранилища, подаваемой в пруд-накопитель с помощью водорегулирующего устройства. Подготовленные стоки насосной станцией по напорному трубопроводу подаются на участок орошения. На этом заканчивается один из циклов водооборота. Сток реки в тех же гидрологическом и гидрохимическом режимах через водорегулирующее устройство и изолированный водовод поступает в реку-водоприемник ниже пруда-накопителя.

Основное заполнение водохранилища и пруда-накопителя производится в весенний паводковый период наименее минерализованными талыми водами. После оросительного сезона (осен-

няя и зимняя межень) сток с мелиоративных систем продолжает поступать в пруд-накопитель. Он участвует в водообороте следующего вегетационного периода. При необходимости очистки пруда-накопителя от твердого стока, а также при производстве других ремонтных работ пруд освобождается от воды. Ее используют на удобрительные поливы в предзимний период или технические нужды. В тех случаях, когда возникает необходимость сброса части стока из пруда-накопителя непосредственно в реку, требуется соблюдать правила охраны поверхностных вод от загрязнения сточными водами.

Данная мелиоративная система предложена как вариант проектирования для института Гипроводхоз. Она может быть использована и для проектирования систем по утилизации животноводческих стоков. Помимо представленных элементов системы (см. рисунок) возможны и изменения в соответствии с конкретными природными и строительными условиями. Например, если отсутствуют почвы, требующие орошения, то дренирующую роль для оросительной системы выполняют нагорноловчие каналы, влияние которых на прилегающую территорию рассчитывают. Изолированный водовод может быть выполнен в виде дюкера, проложенного по дну пруда-накопителя. Но основные принципы поддержания почвенно- и водно-экологического равновесия на мелиорируемой части водосбора должны быть сохранены.

Технико-экономические преимущества предлагаемой водооборотной системы состоят в следующем: обеспечивается сохранение экологического равновесия; достигается экономия удобрений за счет возвращения питательных веществ в биологический круговорот сельскохозяйственного угодья; предотвращается нанесение ущерба водным ресурсам от загрязнения и истощения; сокращаются удельные затраты на мелиоративное строительство там, где оросительные системы приходилось строить на базе дренажа. Экономический эффект только в связи с экономией удобрений и предотвращением ущерба водным ресурсам от загрязнения составляет 21 руб/га в год.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Барышникова Р. В., Вевель З. Ф. Качество сбросных вод мелиоративных систем Нечерноземной зоны РСФСР по данным натурных наблюдений // Проблемы мелиорации земель и охрана окружающей среды в Нечерноземной зоне РСФСР. Л., 1983. С. 58—62.

2. Гусев В. П. Влияние дренажного стока с осушаемых минеральных и торфяных почв на водоисточники Урала // Проблемы загрязнения подземных вод и пути их решения. Красноярск, 1981. С. 30—36.

3. Шебеко В. Ф., Воробьев П. М. Определение зоны влияния осушительных систем на смежную территорию // Проблемы Полесья. Минск, 1984. Вып. 9. С. 139—154.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Л. К. МАМАЕВА

РОЛЬ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ОСВОЕНИИ МЕЛИОРИРУЕМЫХ ТОРФЯНЫХ ПОЧВ

Рациональное использование осушенных торфяно-болотных почв возможно при полной обеспеченности их элементами питания, в том числе и микроэлементами, среди которых важная роль принадлежит меди и молибдену. Торфяные почвы в зависимости от генезиса болот имеют различную обеспеченность микроэлементами. Содержание валовой меди в торфяной почве болот, сформировавшихся в пойме рек (Пермская область), составляет от 6 до 16 мг/кг почвы. По содержанию подвижной меди в верхнем слое (30 см) эти почвы, по классификации Я. В. Пейве [3], относятся к богатым. Для них характерно как постепенное уменьшение содержания подвижной меди с глубиной торфяного слоя (торфяная маломощная почва), так и его увеличение (торфяно-глеевая почва). Высокое накопление меди происходит за счет привноса взвесей паводковыми водами, доля в большинстве случаев превышает 50 %.

Такая закономерность распределения и содержания меди характерна для пойменных болот Свердловской области. В торфяных почвах Шиловского болота, образовавшегося путем заболачивания котловин, содержание валовой меди по генетическим горизонтам колеблется от 3,6 до 6,5 мг/кг. По ботаническому составу торф, сформировавший залежь, — тростниковый и древесно-тростниковый. Растения торфообразователи — тростник, береза и сосна — накапливают в своих органах 2,1 — 8,4 мг/кг сухой массы, на основании чего низкое содержание микроэлементов в этих почвах можно считать следствием общего процесса обеднения торфа зольными элементами еще при формировании болота. Они относятся к группе почв с очень низким содержанием подвижной меди (0,48 — 0,96 мг/кг).

Мы установили, что при внесении 5 кг/га действующего вещества сернокислой меди достоверного увеличения подвижной меди не происходит. Это обусловлено тем, что внесенная в почву, она образует малоподвижные соединения с гуминовыми и фульвокислотами. В зависимости от возделываемой культуры содержание подвижной меди при внесении этой дозы различно: 14 % — при возделывании однолетних культур и внесении микроудобрений (перед предпосевной обработкой почвы) и

42 % — при возделывании многолетних трав и внесении микроудобрений.

Содержание в торфяных почвах валового молибдена на пойменных болотах (Пермская, Свердловская области) колеблется от 0,11 до 15,75 мг/кг. Подвижный молибден в оксалатнорастворимой форме по генетическим горизонтам распределен неравномерно и не всегда пропорционально валовому. Различное содержание молибдена в разных почвах пойменных болот объясняется различной степенью подтопляемости почв в паводковый период. Торфяные маломощные почвы, сформировавшиеся ближе к руслу реки, постоянно подтопляются. Их зольность высокая (22—34 %), и соответственно содержание подвижного молибдена (0,223—0,350 мг/кг) выше, чем в торфяных глеевых почвах, которые формируются ближе к окраинам болот и затопляются только при сильных паводках. Подтверждением этого служит их низкая зольность (17—27 %) и низкое содержание подвижного молибдена (0,073—0,107 мг/кг).

Торфяные маломощные почвы относятся к группе почв с высоким содержанием молибдена, а торфяно-глеевые — с низким.

Содержание валового молибдена в почвах зависит от реакции почвенной среды. В торфяной почве по мере подщелачивания среды с глубиной и с изменением условий — от резко восстановительных до восстановительных — содержание подвижного молибдена уменьшается от 0,306 (в слое 0—30 см) до 0,079 мг/кг (в слое 50—60 см).

В торфяной маломощной почве болота, образовавшегося путем заболачивания котловин, содержание валового молибдена колеблется от 0,41 до 2,07 мг/кг (в слое 0,25 м). Для нее характерно постепенное уменьшение валового молибдена, что наблюдается при посеве многолетних трав. Это обусловлено биологической аккумуляцией его корневой системой растений (при отсутствии посева подобного не происходит). Почвы по содержанию подвижного молибдена (17—22 %) относят к средним. Доступность его в торфяных почвах увеличивается при внесении молибденовокислого аммония на фоне NPK — 0, 28 в первый год и до 0,49 мг/кг — во второй. При внесении фосфорных удобрений активизируется реакция обмена ($2\ PO_4^3 \rightleftharpoons 3\ Mo_4^2$). Это способствует большему накоплению молибдена в почве в подвижной форме, что благоприятно влияет на растения. Максимальное его накопление зафиксировано на третий год — до 1,42 мг/кг (за счет молибдена и минерализации органического вещества).

При нехватке молибдена и содержании меди от 0,5 до 10 мг/кг у растений появляются болезни. Иногда синеют листья и колосковая чешуя у овса, развивается *хлорозол*, подсыхают и скручиваются листья. Вредно для растений и избыточное содержание меди: если ее более 20—30 мг/кг, она оказывает токсическое дей-

ствие на растения, снижает поступление в них железа и марганца [2].

Для выяснения взаимосвязей микроудобрений с торфяными почвами осушенных болот были заложены полевые опыты на объектах Свердловской области. Первый из них — Шиловское болото, представляющее замкнутую чашеобразную впадину, расположенную в междуречье Пышмы и Исети. Преобладающие почвы — торфяные среднемощные, по ботаническому составу — древесные, древесно-осоковые, древесно-тростниковые, осоковые, гипново-осоковые. На участке однолетних культур почвы слабо обеспечены подвижным молибденом (0,12—0,30 мг/кг), среднезольные (9—14 %), слабокислые ($pH_{сол.}$ 5—5,4), сумма поглощенных оснований — 89—106; гидролитическая кислотность — 57,8 ммоль/100 г почвы. На культурном сенокосе почвы достаточно обеспечены подвижным молибденом (0,24—0,86 мг/100 г): кислые ($pH_{сол.}$ 4,3—4,6), высокозольные (17,9 %), сумма полощенных оснований 168—204, гидролитическая кислотность — 11,4 ммоль/100 г. По ботаническому составу торфа — тростниковые и древесно-тростниковые, средней степени разложения; слабо обеспечены подвижной медью (0,048 мг/100 г) и подвижным фосфором (менее 0,82 мг/кг).

Почва поглощает молибден слабо. Из 2 кг/га действующего вещества, внесенного в почву, молибдена в подвижном состоянии находилось до 49 %. При поверхностном внесении фосфорных удобрений (в результате активизации обменных реакций между фосфором и молибденом) происходит накопление молибдена в подвижной форме. Весной при внесении перед посевной обработкой почвы под однолетние культуры NPK с добавлением сернокислой меди и молибдата аммония наблюдается тенденция к увеличению содержания подвижной меди. Медь, внесенная в почву, поглощается, и большая часть ее (24 %) находится в малоподвижном состоянии.

При поверхностном внесении подвижной меди (на фоне фосфорных удобрений) содержание ее увеличивается почти в 2 раза. Однако, как и в опытах с однолетними культурами, большая часть (58 %) остается в поглощенном состоянии. Удобрения вносили под однолетние культуры один раз в три года, под многолетние — один раз в два года, наблюдая за их действием и последействием. В первый год самый высокий урожай вико-овсяной смеси (334 ц/га) получен при совместном внесении сернокислой меди и молибдена на фоне NPK. При этом урожай на неудобренном варианте составил 169 ц/га. В сумме (за три года) урожай на вариантах с внесением микроудобрений составил 630 ц/га, без удобрений — 460, при внесении NPK — 569 ц/га зеленой массы. Таким образом, удалось получить дополнительно 91 ц/га.

Следующий объект — Кунарское болото, входящее в Тагильско-Режевской геоморфологический район. Представляет собой

вытянутую с северо-востока на юго-запад водораздельную равнину с хорошо выраженным микрорельефом. Болото сформировалось в истоке р. Кунары, вытекающей из северо-восточной части торфяного месторождения и являющейся водоприемником. Торфяная залежь различной мощности — от 0,2 до 2 м. По ботаническому составу торфа — осоковые, осоково-древесные; зольность торфов в слое 0,25 м — 12—43 %, ниже — колеблется от 7 до 16 %. Почвенная среда — щелочная ($pH_{сол.}$ 5,7—7,1). Степень насыщенности основаниями очень высокая в слое 0,40 м — 131—132, глубже — 120—240 мг·экв. Обеспеченность калием и фосфором низкая. Болото осушено закрытым пластмассовым и гончарным дренажом. Посеян костер безостый с нормой высева 25 кг/га.

На данном объекте (в Богдановичском р-не) в течение трех лет проводили наблюдения по определению влияния микроудобрений на агрохимические свойства почв, величину и качество урожая и качество дренажных вод. Установлено, что в торфяных почвах (в слое 0,50 м) при поверхностном внесении удобрений совместно с микроудобрениями содержание легкогидролизуемого азота выше (2169 мг/кг), чем без добавления микроудобрений (1632 мг/кг) и без внесения удобрений (1912 мг/кг). При добавлении микроудобрений самое высокое содержание подвижного фосфора — 30,56 мг/100 г; без них — 8,98; без удобрений — 15—16 мг/100 г. Содержание подвижного калия при добавлении микроэлементов составляет 55,35 мг/100 г; без них — 44,99; без удобрений — 49,43 мг/100 г.

При внесении микроэлементов весной (перед предпосевной обработкой почвы) в дренажной воде снижается концентрация общего железа от 4,8 до 1,5 мг/л; азота аммонийного — от 1,4 до 0,6; азота нитратного — от 0,69 до 0, 24 мг/л. Одновременно уменьшается вынос элементов питания из почвы: $N — NH_4$ — от 4,5—6,3 до 0,58—1,22 кг/га; $N — NO_3$ — от 0,7—0,76 до 0,24—0,09 кг/га. С учетом данных, полученных в полевых условиях и подкрепленных лабораторным экспериментом, установлены оптимальные дозы микроэлементов Cu — 10—15, Mo — 2—3 кг/га действующего вещества (табл. 1—3). Была подана заявка на изобретение: «Способ мелиорации осушенных торфяных почв» [5], которая получила положительные решение.

Дренажные воды с объектов мелиорации иногда поступают в пруды-отстойники, имея при этом высокую концентрацию взвешенных веществ (1—8,1 мг/л), аммиачного (0,65) и нитритного (0,03 мг/л) азота. На выходе из пруда-отстойника вода очищается от взвешенных веществ (9,6 мг/л), но остается загрязненной аммиачным (0,89) и нитритным азотом (0,04 мг/л). Разработан и получил положительную оценку способ обработки сбросной воды мелиоративных систем [3], цель которого — снижение загрязняющих воду веществ. Суть его заключается в следующем. Сбросная вода аккумулируется в пруд-отстойник,

Таблица 1

Содержание элементов питания в осушенной торфяной почве в среднем за два года (Кунарское болото, Богдановичский р-н)

Глубина отбора проб, м	Вариант опыта		
	Без удобрения	NPK	NPK Cu Mo
	Легкогидролизуемый азот, мг/кг		
0—0,25	1092	792	1088
0,25—0,50	820	840	1081
	Подвижный калий, мг/100 г		
0—0,25	26,4	25,2	42,2
0,25—0,50	23,0	19,8	23,1
	Подвижный фосфор, мг/100 г		
0—0,25	6,2	3,0	20,0
0,25—0,50	9,0	6,0	10,6

Таблица 2

Влияние микроэлементов на качество воды и растений

Вариант опыта	Концентрация в воде, мг/л		Урожай зеленой массы, ц/га	Концентрация в растениях, мг/кг	
	$Fe_{общ.}$	Cu		$Fe_{общ.}$	Cu
$Cu_{20}Mo_4$	0,554	60,0	480,0	368	12,9
$Cu_{15}Mo_3$	0,393	53,0	453,0	227	9,7
$Cu_{10}Mo_2$	0,360	46,0	433,0	359	10,5
Cu_5Mo_1	0,457	14,5	427	886	18,0

обрабатывается сернокислой медью (0,4—0,8 мкг/л) и молибдатом аммония (1,7—3,4 мкг/л). Благодаря каталитической роли микроэлементов в стимулировании биохимических процессов, к концу второй недели после внесения микроэлементов концентрация загрязняющих веществ в воде становится ниже предела допустимой. Они могут быть сброшены в водоприемник, не вызывая его загрязнения. Обогащенную микроэлементами воду можно использовать на орошение.

Наши полевые и лабораторные эксперименты показали, что микроудобрения способствуют повышению влаги в почве. На этом их свойстве основана заявка на изобретение: «Способ повышения водоудерживающей способности почв». Суть его сво-

Таблица 3

Концентрация веществ в дренажном стоке (Кунарское болото, Богдановичский р-н)

Ингредиент	Годы	Вариант опыта		
		Без удобрения	NPK	NPK Cu Mo
$pH_{сол.}$	1979	6,6	6,7	6,8
	1980	7,1	7,1	7,4
	1981	7,4	7,5	7,4
	Среднее	7,03	7,1	7,2
Cu, мкг/л	1979	7,0	9,1	11,2
	1980	5,7	6,6	7,4
	1981	—	—	—
	Среднее	6,35	7,85	9,3
Mo, мкг/л	1979	81,1	46,1	27,9
	1980	32,5	26,8	10,5
	1981	—	—	—
	Среднее	56,8	36,4	19,2
$N—NO_3$, мг/л	1979	0,47	0,65	0,24
	1980	0,21	0,27	0,12
	1981	0,18	0,32	0,20
	Среднее	0,286	0,41	0,18
$N—NO_2$, мг/л	1979	0,0026	0,002	0,004
	1980	0,0050	0,008	0,014
	1981	0,012	0,006	0,017
	Среднее	0,006	0,0053	0,012
$N—NH_4$, мг/л	1979	1,42	1,33	0,65
	1980	1,40	2,03	1,19
	1981	1,21	1,52	1,06
	Среднее	1,34	1,63	0,96
Фосфаты, мг/л	1979	0,5	0,24	0,09
	1980	0,18	0,11	0,08
	1981	0,59	0,34	0,24
	Среднее	0,42	0,23	0,19
Фосфор орган., мг/л	1979	0,06	0,11	0,04
	1981	0,08	0,12	0,08
	1980	0,21	0,10	0,08
	Среднее	0,10	0,11	0,66
$Fe_{общ.}$, мг/л	1979	6,74	4,57	1,60
	1980	4,41	8,53	2,32
	1981	8,17	8,08	5,97
	Среднее	6,44	7,05	3,23

Примечание. Удобрения вносили в первые два года в уменьшающихся дозах: в первый — $N_{50}P_{150}K_{50}Cu_{10}Mo_2$, во второй — $N_{30}P_{70}K_{25}Cu_{10}Mo_2$.

дится к тому, что пористый материал, который в какой-то степени улучшает структуру почвы перед внесением в подпахотный горизонт, обрабатывают водным раствором микроэлементов. В качестве пористого материала используют топочный шлак или керамзит; в качестве микроудобрений — сернокислую медь, молибдат аммония, бормедное удобрение. Экспериментально установлено, что если всю поступающую в почву воду взять за 100 %, то в подпахотном горизонте (куда будет внесен пористый материал, обработанный микроэлементами) ее может удержаться без обработки микроэлементами — 36 %; при обработке бормедным удобрением — 87 — 100; сернокислой медью и молибдатом аммония — 73—75 %. Известно, что чем больше влаги в почве, тем выше количество элементов питания, которое будет доступно растениям (это относится в основном к засушливому периоду), и урожай возделываемых культур. По всей вероятности, этим и можно объяснить повышение засухоустойчивости растений под влиянием микроэлементов, а точнее, на наш взгляд, — повышение водоудерживающей способности почвы [1].

Таким образом, можно сделать следующие выводы.

Необходимость внесения микроудобрений обусловлена низким (меди) и средним (молибдена) содержанием микроэлементов в осушенных торфяных почвах и теми нежелательными явлениями, которые происходят в почвах и растениях при недостатке этих микроэлементов.

Внесение микроудобрений улучшает питательный режим почв, снижает непроизводительные потери элементов питания с дренажными водами, уменьшает концентрацию общего железа в дренажных водах до величины, меньше предельно допустимой, повышает водоудерживающую способность почвы, позволяя получить качественный и высокий урожай возделываемых культур, способствует очистке загрязняющих веществ в пруду-отстойнике и сохранению в чистоте водоприемника.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Володько И. К. Микроэлементы и устойчивость растений к неблагоприятным факторам среды. Минск: Наука и техника, 1983. 192 с.

2. Ильин В. Б. Элементарный химический состав растений. Новосибирск: Наука, 1985. 129 с.

3. Пейве Я. В. Биохимия почв. М.: Сельхозгиз, 1961. 422 с.

4. А. с. 1139711 (СССР). Способ обработки сбросной воды мелиоративных систем / Л. К. Мамаева, О. М. Корона, О. А. Милицина, Н. Ф. Ложечников. Заявл. 15.01.84. № 457145. Опубл. в Б. И. 1985. № 6.

5. А. с. 3823608 (СССР). Способ мелиорации осушенных торфяных почв / Л. К. Мамаева, О. М. Корона, О. А. Милицина, Н. Ф. Ложечников. Заявл. 18.02.86. № 149832. Опубл. в Б. И. 1987. № 4.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Л. Н. МИХАЙЛОВСКАЯ, И. В. МОЛЧАНОВА

БАЛАНС МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В МОДЕЛЬНОЙ ЭКОСИСТЕМЕ В УСЛОВИЯХ ОРОШЕНИЯ

Оптимицазия сельскохозяйственного производства в районах размещения предприятий ядерного топливного цикла предусматривает возможность перехода на безотходные технологии. Такой переход желателен потому, что в процессе работы горнодобывающих и рудоперерабатывающих предприятий этого цикла образуются большие объемы технологических отходов и шахтных вод. При определенных условиях их можно использовать для удобрения, мелиорации и орошения сельскохозяйственных угодий. Однако нужно иметь в виду, что такие технологические отходы (наряду с полезными компонентами) могут содержать повышенное количество токсичных элементов и радиоактивных изотопов. Поэтому в условиях орошаемого земледелия (особенно при использовании для полива минерализованных шахтных вод) необходимо учитывать особенности сельскохозяйственного производства, химический состав и степень минерализации поливных вод, а также иметь представление о скоростях процессов, приводящих к деградации почв.

Используя балансовый лизиметрический опыт, мы изучали поведение ряда макроэлементов в системе почва — лизиметрический раствор — растение в условиях орошения различными объемами минерализованной шахтной воды. В прямоугольные металлические лизимеры (100×35 см) помещали по 360 кг пахотного горизонта каштановой почвы, в которой гумуса содержалось 4,2, водорастворимых соединений — 0,12 %, обменных оснований: Ca^{2+} — 19,7, Na^{+} — 0,02 мг·экв/100 г. Ее засевали семенами овса (сорт «Исетский») в количестве 600 шт/м^2. Опыты проводили в течение четырех лет. При этом три первых вегетационных сезона все лизиметры поливали еженедельно исходя из нормы орошения за вегетационный период — 3 тыс. м^3/га. Объем лизиметрических растворов в среднем составлял 10 % от объема поливной воды. Растения контрольного варианта поливали водопроводной водой с общей минерализацией 0,14 г/л (Cl^- — 5, SO_4^{2-} — 29, Na^+ — 5 мг/л). В опытных вариантах для полива использовали шахтную воду с суммарным содержанием солей 1,5 г/л (Cl^- — 500, SO_4^{2-} — 360 Na^+ —

Суммарный баланс химических элементов в орошаемых почвах за период

Поливная вода	Статья баланса	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	Na^{+}
Водопроводная	Приход	30,5	11,8	1,4	6,1
	Расход	37,1/14,1*	11,4/10,6	0,8/114,4	4,7/4,8
	Баланс	—20,7	—10,2	—113,8	—3,4
Шахтная	Приход	104,5	84,2	4,3	348,0
	Расход	82,2/15,7	31,4/11,3	1,5/84,5	40,7/21,9
	Баланс	+5,6	+41,5	+81,7	+285,4

* В числителе — лизиметрические растворы, в знаменателе — растения.

300 мг/л). На четвертый год исследования лизиметры разделили на две группы. Первую поливали при той же оросительной норме, а в конце сезона провели дополнительную промывку почвы шахтной водой из расчета 2 тыс. м^3/га. Оросительная норма при поливке второй группы равнялась 6 тыс. м^3/га. В этом случае объем лизиметрических растворов составил 46 % от количества поливной воды.

В течение каждого вегетационного сезона отбирали пробы поливных и лизиметрических вод. По окончании вегетации убирали урожай, измеряли высоту растений, массу надземной части, количество и массу зерен в метелках. Затем отбирали пробы почв, усредненные по всей глубине лизиметра. Отобранные пробы вод, почв, растений анализировали по общепринятым методикам [1,3]. Результаты проведенных опытов показали, что полив каштановой почвы шахтной водой на протяжении четырех лет не привел к угнетению процессов роста и развития растений овса, снижению урожая и изменению его структуры.

Интенсивность и направленность миграционных процессов, происходящих в орошаемой почве, оценивали по данным баланса химических элементов, приходную часть которого составляло поступление химических элементов с поливными водами, а расходную — вынос их лизиметрическими растворами и надземной массой растения (см. таблицу). В условиях промывного режима полив каштановой почвы пресной водой привел к потере элементов минерального питания растений. Вынос Ca и P лизиметрическими водами оказался выше значений, характеризующих их поступление с поливной водой. Na и Mg в равной степени выносились лизиметрическими водами и биомассой растений, а K, P, Cl — преимущественно надземной частью растений. В целом вынос этих элементов из почвы также превышал их поступление с поливной водой. Поэтому в почвах складывался отрицательный баланс всех исследуемых элементов. Использование для полива шахтной воды привело к аккумуляции в почве Na, Cl, Mg, Ca; к концу опыта в слое 30 см удержалось соответственно 82, 63, 50 и 5 % в расчете от количеств этих элементов, поступа-

опыта, г/м²

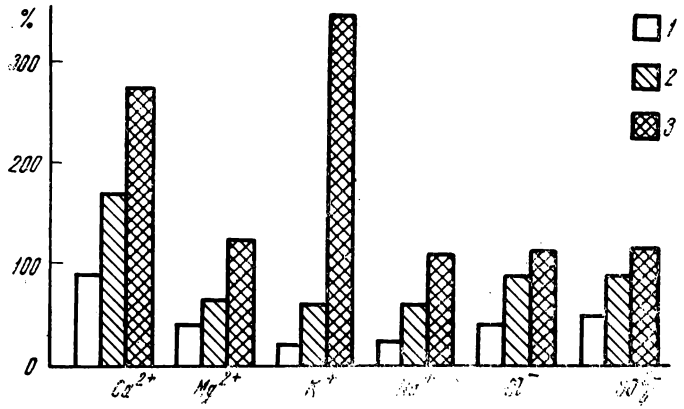
P^{5+}	Cl^-
0 0,2/26,0 —26,2	6,3 2,4/16,2 —12,3
0 0,2/21,4 —21,6	483,1 135,2/45,0 +302,9

ющих с поливной водой. В этом варианте опыта вынос лизиметрическими водами Na, Ca, Mg, Cl значительно превышал их накопление в надземной массе растений, а поведение P, K не отличалось от такового в контроле.

Двукратное увеличение нормы полива шахтной водой и соответственно возросшее поступление солей в почву практически не повлияли на накопление химических элементов в растениях. В то же время с увеличением поливной нормы в 2 раза возрос вынос химических элементов с лизиметрическими растворами (см. рисунок). Особенно интенсивно вымывался из почвы Ca. Его содержание в лизиметрических водах в 2 раза превышало поступление поливной водой. Снижались темпы накопления в почве ионов Na^+, Cl^-, SO_4^{2-}. Так, практически все количество Cl^-, SO_4^{2-}, поступившее в лизиметр с поливной водой, выносилось из почв в составе воды, фильтрующейся через ее толщу. В этой связи представляло интерес оценить роль промывки почвы той же шахтной водой, которой ее орошали в течение четырех лет. Однократная промывка привела еще к большему увеличению выноса солей лизиметрическими растворами. В результате вынос всех исследуемых химических элементов лизиметрическими растворами существенно превысил их поступление с поливной водой. Это значит, что соли Na, Mg, Cl, S, накопившиеся в почве за период орошения минерализованной водой, частично вымылись из нее при промывке.

Для оценки возможных негативных последствий орошения минерализованными водами (осолонцевания, засоления) важно учитывать как общее количество, так и качественный состав солей, накапливающихся в орошаемых почвах. Кроме того, необходимо знать состав обменных катионов и характер его изменения во времени. Анализ водной вытяжки почв подтвердил результаты расчетов и показал, что за период опыта суммарное содержание водорастворимых солей в почве, орошаемой водопроводной водой, снизилось с 0,12 до 0,08 %. Изучение содержания обменных катионов не выявило существенных изменений в их составе.

Очевидно, длительное орошение почв пресной водой приводит к выносу из пахотного горизонта преимущественно водорастворимых соединений и не затрагивает почвенного поглощающего комплекса. Орошение шахтной водой существенным образом отразилось на солевом составе каштановой почвы. Общие запасы водорастворимых солей в орошаемой почве к концу опыта достигали 0,23 %. Содержание токсичных для сельскохозяйственных



Вынос химических элементов лизиметрическими растворами из почв, орошаемых шахтной водой, % (от количества элементов, поступающих с поливной водой).

Оросительные нормы полива, тыс. м³/га: *1* — 3; *2* — 6; *3* — 2.

растений ионов Na^+, Cl^-, SO_4^{2-} составляло 0,04, 0,06 и 0,07 % соответственно. Кроме того, в почве орошаемой шахтной водой, содержание обменного Na увеличилось до 1,8 мг·экв/100 г, что составило 3,6 % от суммы поглощенных оснований. По существующим классификациям, почвы с таким содержанием водорастворимых токсичных солей и обменного Na относятся к разряду слабозасоленных несолонцовых [2].

Согласно литературным данным, в природных условиях трехлетнее орошение каштановой почвы артезианской водой, химический состав которой сходен с составом шахтной воды, перевело их в разряд слабозасоленных [4]. Такое совпадение данных экспериментальных и полевых исследований позволяет использовать результаты опытов для оперативной оценки направленности и количественного выражения процессов, протекающих в орошаемых почвах. Кроме того, результаты опытов с увеличением нормы полива и промывкой почв шахтной водой указывают на необходимость создания в производственных условиях промывного режима орошения и дренажа для снижения негативного влияния оросительных вод.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрохимические методы исследования почв. М.: Наука, 1975. 654 с.
2. Антипов-Каратаев И. Н., Седлецкий И. Д. Физико-химические процессы солонцеобразования // Почвоведение. 1937. № 6. С. 883—897.
3. Аринушкина Е. В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во МГУ, 1970. 487 с.
4. Панов Н. П., Мамонтов В. Г. Солевой состав темно-каштановых почв юга Украины, орошаемых минерализованными водами // Изв. ТСХА. 1987. Вып. 1. С. 92—97.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

А. В. АБРАМЧУК, П. Л. ГОРЧАКОВСКИЙ

ОПТИМИЗАЦИЯ ФЛОРИСТИЧЕСКОГО СОСТАВА И ПРОДУКТИВНОСТИ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ

В Нечерноземной зоне РСФСР преобладают суходольные луга послелесного происхождения, формирующиеся преимущественно на дерново-подзолистых почвах с кислой реакцией. В результате длительного нерационального использования такие луга подверглись деградации, продуктивность их значительно снизилась, ухудшился качественный состав травостоя (за счет внедрения ядовитых и плохо поедаемых видов). Экспериментальные работы по улучшению деградированных суходольных лугов немногочисленны, причем исследователи обычно стремились к достижению максимальной продуктивности травостоя. Однако внесение высоких доз удобрений приводит к обеднению флористического состава лугов и сопровождается нежелательными экологическими последствиями (загрязнение окружающей среды, утрата генофонда луговой флоры). В период с 1984 по 1988 г. мы провели опыты по оптимизации состава и продуктивности истощенных суходольных лугов на кислых почвах путем внесения сравнительно небольших доз минеральных удобрений в сочетании с известью.

Район, объекты и методика исследований

Опыты проводились на Среднем Урале (в Верхне-Салдинском р-не Свердловской области, на территории Нижне-Салдинского совхоза). В качестве объектов исследований были выбраны две ассоциации суходольных лугов (различающиеся по степени увлажнения) — разнотравно-душистоколосковая и разнотравно-дернистощучковая. Для первой характерен режим оптимального увлажнения, почва — дерново-подзолистая легкосуглинистая. Для второй — несколько избыточное увлажнение (с кратковременными периодами переувлажнения ранней весной и осенью), почва — дерново-подзолистая тяжелосуглинистая. Изученные луга вторичного, послелесного происхождения, деградированные, используются в качестве сенокосов. Продуктивность низкая. В травостое содержится много вредных (*Rhinanthus vernalis*, *Melampyrum pratense*, *Galium boreale*, *G. aparine*,

Rumex acetosa), ядовитых (*Veratrum lobelianum, Linaria vulgaris, Ranunculus acer, R. auricomus, Hieracium pratense*) и слабопоедаемых (*Deschampsia caespitosa, Anthoxanthum odoratum, Agrostis tenuis, Calamagrostis arundinacea*) видов. Ежегодное отчуждение надземной фитомассы в период массового цветения трав препятствовало семенному возобновлению ценных кормовых растений, что наряду с некомпенсированностью потерь послужило причиной снижения продуктивности и ухудшения качественного состава травостоя.

Схема опытов включала четыре варианта: контроль (без удобрений), известь (6 т/га), $N_{60}P_{60}K_{60}$, $N_{60}P_{60}K_{60}$ + известь (6 т/га). Размер делянок — 10 м^2 (2×5), повторность восьмикратная. Минеральные удобрения (аммиачная селитра, двойной суперфосфат, хлористый калий) в дозах 60 кг/га вносили ежегодно в фазе весеннего отрастания трав. Известь внесена (6 т/га) в год закладки опыта (1984).

В основу методики исследований положены рекомендации, содержащиеся в общепринятых руководствах [3, 4, 5]. Продуктивность учитывалась в период массового цветения основных видов травостоя (5—10 июля). Травостой срезали у самой поверхности почвы (на площадках 0,5×1 м) в восьмикратной повторности. Для определения видового состава и соотношения агроботанических групп укосы разбирали в свежем виде. После их высушивали (до абсолютно сухого состояния) и взвешивали. В 1988 г. изучали сезонную динамику продуктивности травостоя. Учет надземной фитомассы (с подразделением на злаки, бобовые, разнотравье, ветошь) провели 4 раза за вегетационный период (с июня по сентябрь, 10 числа каждого месяца).

Результаты и их обсуждение

Изменение видового состава и соотношения агроботанических групп. Ведущий фактор, вызывающий перераспределение видов в фитоценозе,— обеспеченность питательными веществами. В результате внесения полного минерального удобрения (NPK) и извести в флористическом составе произошли существенные изменения.

Ассоциация разнотравно-душистоколосковая. В контрольном варианте основу травостоя составляют злаки. На их долю приходится 43,8—49,0 % от всей надземной фитомассы (табл. 1). Доминирует душистый колосок (*Anthoxanthum odoratum*) — вид, отличающийся низкой продуктивностью и слабой поедаемостью (из-за присутствия кумарина). На долю этого растения приходится 20,3—27,7 % надземной фитомассы. Меньший вклад в состав фитомассы вносит овсяница красная (*Festuca rubra*) — 9,3—11,7 %. Довольно хорошо развиты бобовые: горошек мышиный (*Vicia cracca*) и заборный (*V. sepium*), образующие 14,0—14,6 % всей надземной фитомассы. Разнотравье

Таблица 1

Изменение состава травостоя разнотравно-душистоколоскового луга под влиянием минеральных удобрений и извести

Основные компоненты	Вариант опыта															
	Контроль				Известь				NPK				NPK+известь			
	А		Б		А		Б		А		Б		А		Б	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Злаки	88,3	43,8	80,4	49,0	97,4	47,5	118,1	36,8	248,5	53,9	434,7	78,6	203,2	49,2	410,3	71,2
Agrostis tenuis	16,1	8,0	3,4	2,1	12,0	5,9	6,4	2,0	21,2	4,6	8,3	1,5	21,9	5,3	5,8	1,0
Anthoxanthum odoratum	40,9	20,3	45,4	27,7	32,0	15,6	6,1	1,9	39,7	8,6	7,2	1,3	33,5	8,1	5,2	0,9
Dactylis glomerata	2,5	1,2	1,8	1,1	3,3	1,6	40,4	12,6	36,4	7,9	188,6	34,1	34,3	8,3	164,1	28,5
Festuca pratensis	10,1	5,0	10,5	6,4	19,9	9,7	34,8	10,8	77,4	16,8	124,5	22,5	58,2	14,1	117,0	20,3
F. rubra	18,7	9,3	19,3	11,7	23,6	11,5	17,6	5,5	18,8	4,3	31,5	5,7	28,1	6,8	27,7	4,8
Phleum pratense	—	—	—	—	3,3	1,6	11,2	3,5	42,0	9,1	73,0	13,2	26,4	6,4	89,9	15,6
Прочие злаки	—	—	—	—	3,3	1,6	1,6	0,5	12,0	2,6	1,7	0,3	0,8	0,2	0,6	0,1
Бобовые	29,5	14,6	23,0	14,0	37,1	18,1	126,8	39,5	59,0	12,8	31,0	5,6	62,4	15,1	69,2	12,0
Разнотравье	80,3	39,9	57,4	35,0	67,2	32,8	65,1	20,3	110,2	23,9	58,1	10,5	124,3	30,1	65,1	11,3
Achillea millefolium	11,9	5,9	10,5	6,4	2,6	1,3	6,1	1,9	9,7	2,1	2,8	0,5	10,7	2,6	5,8	1,0
Alchemilla murbeckiana	11,5	5,7	10,5	6,4	11,1	5,4	23,4	7,3	24,0	5,2	18,3	3,3	12,6	5,7	26,5	4,6
Galium boreale	8,2	4,1	8,7	5,3	5,3	2,6	3,5	1,1	9,7	2,1	—	—	2,9	0,7	—	—
Leucanthemum vulgare	8,9	4,4	8,7	5,3	8,0	3,9	7,4	2,3	9,2	2,0	6,6	1,2	23,1	5,6	3,4	0,6
Ranunculus acer	14,2	7,1	14,1	8,6	20,3	9,9	8,9	2,5	20,7	4,5	1,7	0,3	19,4	4,7	0,6	0,1
Прочее разнотравье	25,6	12,7	4,9	3,0	19,9	9,7	16,7	5,2	36,9	8,0	28,7	5,2	44,6	10,8	28,8	5,0
Ветошь	3,4	1,7	3,2	2,0	3,3	1,6	10,9	3,4	43,3	9,4	29,3	5,3	23,1	5,6	31,7	5,5
Итого	201,5	100	164,0	100	205,0	100	320,9	100	461,0	100	553,1	100	413,0	100	576,3	100

Примечание. *А* — 1984 г., *Б* — 1988 г. I — г/м², II — %.

представлено манжеткой Мурбека (*Alchemilla murbeckiana*) — 5,7—6,4 %, тысячелистником обыкновенным (*Achillea millefolium*) — 5,9—6,4, лютиками едким (*Ranunculus acer*) и золотистым (*R. auricomus*) — 7,1—8,6 %.

Под влиянием извести внешний облик и состав травостоя заметно изменились. Прежде всего, резко увеличилась доля бобовых — до 39,5 % (126,8 г/м^2) в надземной фитомассе. В травостой начали активно внедряться клевер луговой (*Trifolium pratense*), чина луговая (*Lathyrus pratensis*) —виды, требовательные к минеральному богатству почвы и реакции почвенного раствора, близкой к нейтральной. Качественные изменения произошли в группе злаков: душистый колосок утратил позицию доминанта, его участие по массе снизилось более чем в 10 раз по сравнению с контрольным вариантом. Резко возросла доля ценных кормовых злаков: овсяницы луговой (*Festuca pratensis*) — до 10,8 %, ежи сборной (*Dactylis glomerata*) —12,6, тимофеевки луговой (*Phleum pratense*) — 3,5 %. Снизилось обилие малоценных в хозяйственном отношении разнотравных видов — подмаренника северного, нивяника обыкновенного (*Leucanthemum vulgare*), тысячелистника обыкновенного, лютика едкого и золотистого.

Под влиянием полного минерального удобрения (NPK) доля ценных злаков возросла в 4 раза по сравнению с контролем и составила 75,5 % от всей надземной фитомассы. Ведущая роль принадлежит еже сборной (*Dactylis glomerata*). Усиление ее позиции объясняется более интенсивным (по сравнению с другими видами) использованием минерального азота, что установлено в опытах с использованием меченого изотопа ^{15}N [2]. Существенно увеличилась доля биомассы овсяницы луговой (22,5 %) и тимофеевки луговой (13,2 %). Эти три вида составляют 69,8 % (386,1 г/м^2) всего запаса надземной массы и образуют стабильную основу травостоя. Душистый колосок и полевица тонкая проявили меньшую конкурентоспособность. Участие бобовых (в процентном отношении) сократилось, хотя в абсолютных величинах почти не изменилось по сравнению с контролем (см. табл. 1). Из травостоя выпали представители разнотравья — погремок большой, марьянник луговой, подмаренник цепкий; снизилось участие лютиков, подмаренника северного, нивяника обыкновенного.

В варианте NPK+известь в флористическом составе произошли изменения, сходные с предыдущим вариантом (полное минеральное удобрение). Основу травостоя образуют злаки — 71,2 %, на долю разнотравья приходится 11,3 %. Бобовых в 2 раза больше (12 %), чем в варианте с NPK. В незначительном количестве встречается клевер луговой и средний (*Trifolium medium*); хорошо развиты чина луговая, мышиный горошек. В целом травостой становится более продуктивным и полноценным в кормовом отношении.

Ассоциация разнотравно-дернистощучковая. В контрольном варианте доминирует щучка дернистая (23,9—27,6 %) — злак низких кормовых достоинств (табл. 2). Значительно участие душистого колоска (12—13,2 %). В небольшом количестве присутствуют овсяница луговая (0,1—2,2 %) и тимофеевка луговая (0,2—0,4 %). Разнотравье представлено купальницей европейской (*Trollius europaeus*) — 4,9—8,7, лютиком едким — 7—8,9 %. В более засушливый вегетационный период 1988 г. в травостое контрольного участка снизилась масса купальницы европейской, лютиков, а увеличилась таких видов, как тысячелистник обыкновенный, манжетка Мурбека.

Существенная примесь бобовых (6,4—7,9 %). Как видно, травостой контрольного варианта образуют слабопоедаемые виды, отличающиеся высоким содержанием клетчатки и довольно низким — протеина (щучка дернистая, полевица тонкая душистый колосок). В составе разнотравья много вредных (погремок большой, подмаренники) и ядовитых (купальница европейская, ястребинки, чемерица Лобеля, лютики) растений.

В варианте с известью наметилось улучшение хозяйственной ценности травостоя. Ослабла позиция такого нежелательного вида, как щучка дернистая (в процентном отношении — почти вдвое по сравнению с контролем). Биомасса душистого колоска сократилась в 4,2 раза; существенно возросла доля овсяницы луговой (7,0 %), тимофеевки луговой (5,2 %); отмечено внедрение ежи сборной (3,1 %). Уже на второй год после внесения извести резко возросла биомасса бобовых, а максимум их отмечен в 1988 г. — 38,5 % (115,8 г/м^2). В группе разнотравья снизилась биомасса большинства видов, особенно заметно — купальницы европейской (см. табл. 2).

Под влиянием полного минерального удобрения и извести в двух последних вариантах произошли изменения, аналогичные тем, которые набалюдались в разнотравно-душистоколосковой ассоциации. Ядро фитоценоза формируют высокопродуктивные, ценные в кормовом отношении злаки — овсяница луговая, тимофеевка луговая, ежа сборная. В контрольном варианте эти виды находятся в угнетенном состоянии (растения низкорослые с малочисленными генеративными побегами). Абсолютным доминантом становится овсяница луговая, на долю которой приходится 34,8 % от всей надземной фитомассы. Реакция щучки дернистой, преобладающей на контрольном участке, на внесение полного минерального удобрения неоднозначна. В первые два-три года отмечено некоторое увеличение массы этого вида, и только на пятый год внесения удобрений происходит ее снижение, причем в процентном отношении эта тенденция более четко выражена.

Полное минеральное удобрение отрицательно повлияло на некоторые виды из группы бобовых. Значительно сократилась биомасса клевера лугового, что объясняется возросшей плот-

Таблица 2

Изменение состава травостоя разнотравно-дернистощучкового луга под влиянием минеральных удобрений и извести

Основные компоненты	Вариант опыта															
	Контроль				Известь				NPK				NPK + известь			
	А		Б		А		Б		А		Б		А		Б	
	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II	I	II
Злаки	104,4	49,2	89,7	52,4	81,8	40,1	99,3	33,0	263,0	57,3	425,4	75,4	188,0	47,7	424,7	73,6
Agrostis tenuis	24,6	11,6	17,8	10,4	10,4	5,1	5,7	1,9	44,5	9,7	16,4	2,9	41,8	10,6	9,2	1,6
Anthoxanthum odoratum	28,0	13,2	20,5	12,0	24,9	12,2	4,8	1,6	37,5	8,2	11,3	2,0	24,0	6,1	8,7	1,5
Dactylis glomerata	—	—	—	—	—	—	9,3	3,1	13,8	3,0	43,5	7,7	—	—	47,9	8,3
Deschampsia caespitosa	50,8	23,9	47,2	27,6	37,1	18,2	31,9	10,6	83,6	18,2	40,0	7,1	52,0	13,2	34,0	5,9
Festuca pratensis	0,2	0,1	3,8	2,2	7,2	3,5	21,2	7,0	40,4	8,8	196,3	34,8	25,2	6,4	197,7	34,3
Phleum pratense	0,8	0,4	0,4	0,2	2,2	1,1	15,6	5,2	29,4	6,4	57,0	10,1	29,2	7,4	68,7	11,9
Прочие злаки	—	—	—	—	—	—	10,8	3,6	13,8	3,0	60,9	10,8	15,8	4,0	58,5	10,1
Бобовые	16,8	7,9	10,9	6,4	32,0	15,7	115,8	38,5	36,3	7,9	28,8	5,1	40,0	10,2	47,9	8,3
Разнотравье	86,0	40,5	66,7	39,0	83,9	41,1	71,9	23,9	141,4	30,8	76,7	13,6	152,0	38,6	62,9	10,9
Achillea millefolium	3,5	1,6	12,0	7,0	11,2	5,5	6,0	2,0	4,1	0,9	10,5	1,9	2,0	0,5	13,3	2,3
Alchemilla murbeckiana	4,1	1,9	8,9	5,2	15,8	7,8	10,5	3,5	16,1	3,5	9,0	1,6	21,2	5,4	12,7	2,2
Cirsium heterophyllum	7,0	3,3	13,3	7,8	6,7	3,3	6,0	2,0	11,9	2,6	6,8	1,2	9,6	2,4	12,1	2,1
Leucanthemum vulgare	2,6	1,2	1,9	1,1	3,1	1,5	1,2	0,4	14,2	3,1	5,1	0,9	16,0	4,1	5,8	1,0
Ranunculus acer	18,8	8,9	12,0	7,0	18,0	8,8	2,4	0,8	24,4	5,3	1,2	0,2	26,0	6,6	0,6	0,1
Trollius europaeus	18,4	8,7	8,4	4,9	19,2	9,4	0,6	0,2	32,1	7,0	3,4	0,6	24,0	6,1	1,7	0,3
Прочее разнотравье	31,6	14,9	10,2	6,0	9,8	4,8	45,2	15,0	38,6	8,4	40,7	7,2	53,2	13,5	16,7	2,9
Ветошь	5,2	2,4	3,7	2,2	6,3	3,1	13,9	4,6	18,3	4,0	33,3	5,9	14,0	3,5	41,5	7,2
Итого	212,4	100	171,0	100	204,0	100	300,9	100	459,0	100	564,2	100	394,0	100	577,0	100

ностью травостоя, затрудняющей семенное возобновление ценопопуляции этого вида. Более устойчивыми оказались чина луговая и мышиный горошек. Из разнотравья отмечено увеличение в травостое таких видов, как кровохлебка лекарственная (*Sanguisorba officinalis*), сныть обыкновенная (*Aegopodium podagraria*), лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria*), требующих высокого обеспечения почвы питательными веществами.

Изменение продуктивности. Минеральные удобрения создают предпосылки для лучшего роста и развития растений: снижают транспирацию, способствуют более экономному расходованию воды, усиливают активность корневых систем, мобилизацию труднодоступных питательных веществ. Все это оказывает благоприятное воздействие на продуктивность травостоя [1, 6].

Самая высокая продуктивность (564,2—577 г/м^2) была получена на пятый год исследований в третьем и четвертом вариантах (NPK; NPK+известь). В первый год в варианте NPK+ +известь заметно снизилась общая продуктивность травостоя (в результате потери части азота в виде аммиака, образующегося при взаимодействии азотного удобрения с известью). В последующие годы существенных различий в продуктивности между третьим и четвертым вариантами не наблюдалось. Основу надземной фитомассы в них образуют ценные кормовые злаки — 73,6—75,4 % от всей надземной фитомассы. Прирост продуктивности от внесения полного минерального удобрения в 1988 г. в исследуемых ассоциациях составил 389,1—393,2 г/м^2.

В варианте с известью в первый год исследований приращения продуктивности не произошло. Отмечено даже некоторое снижение ее в разнотравно-дернистощучковой ассоциации. Однако уже тогда наметилось перераспределение видов в травостое (с повышением вклада бобовых). Максимальная продуктивность в обеих ассоциациях была достигнута на четвертый год после внесения извести. Особенно положительные сдвиги отмечены в травостое разнотравно-душистоколоскового луга, где прибавка в 1987 г. составила 166,8 г/м^2, а запас фитомассы достиг 336 г/м^2

Сезонная динамика продуктивности. В разнотравно-душистоколосковой ассоциации соотношение компонентов в течение всего вегетационного периода довольно устойчивое. Травостой формируют виды со сходной сезонной ритмикой развития: душистый колосок, овсяница красная и луговая, манжетка Мурбека. Сезонные изменения не ведут к смене доминирующих растений. В начале лета (10 июня) в контрольном варианте преобладают злаки — 48,9 г/м^2 (41,9 %). Разнотравье уступает им по общему развитию и по массе. На его долю приходится 22,7 г/м^2 (19,5 %). Слабо представлены бобовые — 4,9 г/м^2 (4,2 %). В это время запас фитомассы невелик — 116,6 г/м^2, в том числе 34,4 % приходится на долю ветоши. В июле наблюдается максимальное развитие всех агроботанических групп.

Основу биомассы по-прежнему формируют злаки. Однако существенно возрастает роль разнотравья (в 2, 5 раза) и бобовых (в 3—4 раза). Общий запас биомассы достиг 169,8 г/м^2, а накопление ветоши в этот период минимальное (2 %). В августе продолжает увеличиваться запас биомассы (195,7 г/м^2), а в связи с интенсивным накоплением ветоши — и фитомассы (234,8 г/м^2). В сентябре накопление ветоши еще более увеличивается — 71 г/м^2, одновременно снижается запас надземной биомассы — 180 г/м^2. Основу травостоя, как и в начале лета, формируют злаки — 127,3 г/м^2 (50,7 %); заметно снижается вклад разнотравья — 52,2 г/м^2; бобовые практически выпадают из травостоя — 2,5 г/м^2 (1 %).

В варианте с известью запас фитомассы самый низкий в июне (179,3 г/м^2), наибольший — в сентябре (372,2 г/м^2). Заметны различия в процентном соотношении агроботанических групп. Лучше развиты бобовые, своего максимума они достигают в июле — 126,8 г/м^2 (39,5 %). По сравнению с контролем доля разнотравья в травостое выше по всем периодам учета.

Различия в накоплении надземной фитомассы между вариантами NPK и NPK+ известь крайне незначительны. Запас фитомассы наиболее велик в конце июля — начале августа и достигает 631,4 г/м^2. Однако максимальный прирост биомассы отмечен в начале июля — 544,6 г/м^2, что составляет 94,7 % от всей надземной фитомассы. Во все периоды учета преобладают злаки.

Ассоциация разнотравно-дернистощучковая. Отличается хорошо выраженной сезонной изменчивостью. В составе травостоя контрольного варианта участвуют виды с различной ритмикой развития: ранневесенние — купальница европейская, лютик едкий и золотистый, горец змеиный; среднелетние — щучка дернистая, ежа сборная, бодяк разнолистный, овсяница луговая. В начале июня на контрольном участке доминирует разнотравье. Купальница европейская, лютики создают большую часть запаса биомассы (37,9 %), на долю злаков приходится 24,5 %. Максимальный запас фитомассы отмечен в конце августа. Бобовые и разнотравье наибольшую продукцию дают в июле. В это время наблюдается самый низкий запас ветоши (2,2 %) с последующим резким увеличением в августе и особенно в сентябре (31,7 %).

В опытах, где наряду с минеральными удобрениями вносили известь, эта ассоциация по сезонной динамике и продуктивности мало отличается от предыдущей.

Выводы

На деградированных суходольных лугах внесение полного минерального удобрения в сравнительно небольших дозах (азота, фосфора, калия по 60 кг/га и извести 6 т/га) способствует повышению фитоценотической активности важнейших кормовых трав (ежи сборной, овсяницы луговой, тимофеевки

луговой, клевера лугового), усилению их позиции в составе травостоя, сохранению генофонда луговой флоры.

Оптимизация флористического состава и продуктивности травостоя достигается на пятый год внесения удобрений. При этом запас фитомассы достигает 631,4 г/м^2, существенно улучшается качественный состав травостоя (на долю ценных кормовых трав приходится 62,5—75,8 %).

В течение сезона роста в оптимизированном травостое наибольший запас фитомассы приходится на середину июля. В это же время достигается самое благоприятное соотношение агроботанических групп, что и определяет рекомендуемые сроки сенокошения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Клапп Э. Сенокосы и пастбища. М.: Сельхозгиз, 1961. 610 с.

2. Краловец И., Фричек А. Химизация сенокосов и пастбищ // Доклады на 12 Международном конгрессе по луговодству. М., 1974. Ч. 1. С. 187—194.

3. Методика опытных работ на сенокосах и пастбищах. М.: Сельхозгиз, 1961. 287 с.

4. Программа и методика биогеоценологических исследований. М.: Наука, 1974. 334 с.

5. Работнов Т. А. О структуре луговых травостоев // Вопросы кормодобывания. 1951. Вып. 3. С. 96—102.

6. Работнов Т. А. О некоторых процессах, протекающих в травостое при внесении удобрений // Луга и пастбища. 1969. № 3. С. 32—33.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

И. М. СКУЛКИН

ВЕЙНИКОВЫЕ ЛУГА НИЗОВЬЕВ ОБИ: СОСТАВ, СТРУКТУРА, ПРОДУКТИВНОСТЬ

В пойме Оби на территории Ямало-Ненецкого автономного округа основной тип лугов по занимаемой площади и практическому значению — из вейника Лангсдорфа. При условии своевременного скашивания (до цветения) вейник дает сено хорошего качества, содержащее (% от абсолютно сухого вещества): протеина — 12,4; жира — 2,4; клетчатки — 23,6; безазотистых экстрактивных веществ — 39,4. В 1 кг сена — 0,64 кормовых единицы и 84 г перевариваемого протеина [2]. Считается, что вейниковое сено богаче протеином, чем мятликовое, полевичное или бекманиевое [7]. Наиболее высокими кормовыми качествами обладает отава вейника, в которой содержится в 1,5 раза больше протеина, чем в обычном вейниковом сене [8]. Начиная со стадии цветения кормовые достоинства вейника быстро снижаются [1].

Обладая значительной экологической амплитудой по отношению к фактору затопления, вейник Лангсдорфа занимает в пойме экотопы с разными высотными отметками, относящиеся не только к высокому, но и среднему экологическому уровню. Вейниковые луга часто встречаются и вне поймы — среди зональной растительности. Состав, структура и продуктивность вейниковых сообществ существенно изменяются по мере увеличения высоты экотопа и ослабления поемности. Изучение закономерностей этих изменений представляет большой теоретический и практический интерес.

В 1984—1987 гг. в пойме Оби на профиле Шурышкары-Питляр нами [3] было изучено 15 типичных вейниковых сообществ. Для каждого сообщества были известны абсолютные высотные отметки, по которым рассчитывался режим поемности (вероятность и средняя продолжительность затопления) с использованием данных водомерного поста г. Салехарда за последние двадцать лет. В каждом сообществе закладывали 25 (50) круглых учетных площадок по 0,1 м^2 и определяли видовую насыщенность (число видов на пробной площади в 100 м^2), встречаемость видов, запас надземной фитомассы, плотность стеблестоя вейника, среднюю массу побега и ряд других признаков.

Прослежены некоторые закономерности разногодичных флуктуаций изученных показателей, оценено влияние режима сенокошения на состояние практически одновидового вейникового сообщества.

По видовому составу и совокупности других признаков все изученные вейниковые сообщества поймы можно разделить на четыре группы. Разнотравно-вейниковые (РТ+В). Сообщества высокого уровня поймы. Встречаются на старопойменных массивах, прирусловых гривах, вблизи крупных деятельных проток, под пологом парковых ивняков и на полянах среди березовых пойменных лесов. Вероятность затопления — 10 %, средняя продолжительность — 1—5 дней. В сообществах около 20 видов, часть из которых встречается в составе вейниковых и вне зоны поемности (княженика, вероника длиннолистная, латук сибирский, будра плющевидная, чина болотная, лютик золотистый и др.). При антропогенном воздействии в травостои внедряются яснотка белая, крапива двудомная, погремок малый, иван-чай узколистый и некоторые другие виды. Нередко в травостоях в большом обилии появляются крупные зонтичные (купырь, дягиль). Таким образом, сообщество превращается в крупнотравно-злаковое (табл. 1). Средний запас надземной фитомассы — 478 г/м^2, доля вейника составляет от 30 до 90 %. Невелики плотность стеблестоя (в среднем 520 поб/м^2) и средняя масса одного побега (0,52 г).

Вейниковые (В). Сообщества высокого уровня поймы. Иногда их называют также «чистыми», или «одновидовыми», поскольку ни один из видов (кроме доминанта) не играет сколько-нибудь значительной роли в сложении травостоя независимо от условий года. Встречаются на свободных от ивняка высоких гривах, вблизи крупных проток, под пологом парковых ивняков, на полянах в ивовых массивах. Вероятность затопления — 40—70 %, продолжительность — 10—25 дней. В травостое 5—11 видов. В незначительном обилии, но постоянно встречаются хвощ полевой, подмаренник топяной, звездчатка злачная (см. табл. 1). Биологическая продуктивность ниже, чем у предыдущей группы, в среднем — 579 г/м^2, причем на долю доминанта приходится 95—99 % всей фитомассы. Максимальная продуктивность этих сообществ — 863 г/м^2. Средняя плотность стеблестоя — 600—800, максимальная — 1123 поб/м^2. Масса побега наибольшая среди всех групп сообществ — 0,73 г.

Канареечниково-вейниковые (К+В). Сообщества высокого и среднего уровня поймы. Располагаются на склонах грив, вблизи деятельных проток, под пологом парковых ивняков (особенно в понижениях). Являются переходными по отношению к чисто вейниковым сообществам, расположенным чуть выше по мезорельефу. Незначительное количество побегов канареечника может сохраняться и в чисто вейниковых сообществах, поэтому в годы высокой водности площадь канареечниково-вей-

Таблица 1

Видовой состав и встречаемость (%) видов в пойменных сообществах вейника Лангсдорфа

Вид	Группа сообществ			
	РТ+В	В	К+В	О+В
Латук сибирский	60—100	0—20	0	0
Чина болотная	60—80	0—15	0—45	0
Мятлик луговой	40—90	0—50	0—25	0
Хвощ полевой	40—80	15—50	10—60	65—70
Подмаренник топяной	20—50	15—50	0—90	20—45
Звездчатка злачная	20—30	0—25	0—25	25—45
Звездчатка дубравная	10—100	0	0	0
Ветреница дихотомическая	10—70	0	0	0
Будра плющевидная	10—40	0	0	0
Вероника длиннолистная	10—20	0—30	0—35	0
Лютик золотистый	10—20	0—25	0—10	0
Яснотка белая	0—100	0—5	0—5	0
Купырь лесной	0—100	0	0	0
Княженика	0—70	0	0	0
Незабудка болотная	0—50	0	0	0
Иван-чай узколистный	0—50	0	0	0
Дягиль несгибающий	0—40	0	0	0
Синюха голубая	0—40	0	0	0
Птармика хрящеватая	0—30	0—10	0—45	25—100
Фиалка болотная	0—15	0	0	0
Жерушник короткоплодный	0—5	0	0	0
Лютик ползучий	0	10—25	10—30	0—10
Василистник простой	0	5—70	10—95	0
Сабельник болотный	0	0—60	0—70	0
Канареечник тростниковидный	0	0—10	40—100	0—10
Чистец болотный	0	0	0—75	0—55
Сердечник луговой	0	0	0—35	0—10
Полевица побегоносная	0	0	0—10	0—5
Щавель водный	0	0	0—5	0
Бекмания восточная	0	0	0—5	0
Горец земноводный	0	0—10	0—20	0—25
Калужница болотная	0	0	0—30	0—30
Осока водяная	0	0	0—10	90—95
Мята полевая	0	0	0	0—25
Число видов на пробной площади	18—19	5—11	9—17	8—10
Ср. число видов на учетной площадке	8,5—8,8	2,6—4,0	2,8—6,0	4,0—5,0

никовых лугов увеличивается, а собственно вейниковых — уменьшается. Вероятность затопления — 70—100 %, средняя продолжительность — 25—40 дней. Видовое разнообразие сравнительно высокое (9—17 видов), что в какой-то степени объясняется взаимным ослаблением ценотических позиций вейника и канареечника при совместном произрастании. Для этих сообществ очень характерно присутствие в высоком обилии трех видов: василистника простого, сабельника болотного и чистеца болотного. Довольно часто встречаются также хвощ, подмаренник, звездчатка злачная, реже — калужница болотная. Средняя биологическая продуктивность этих сообществ выше, чем у всех других групп,— около 600, максимальная — свыше 900 г/м^2. Плотность стеблестоя может превышать 1000 поб/м^2, масса побега — 0,9 г.

Осоково-вейниковые (О+В). Сообщества среднего уровня поймы. Занимают межгривные понижения с длительно застаивающейся водой (осоково-вейниковые кочкарники) или нижние участки склонов грив между обширными массивами осоки водяной и канареечниково-вейниковыми сообществами. Заливаются ежегодно на 35—50 дней и более. Количество видов здесь невелико (8—9). Постоянно встречаются в высоком обилии осока водяная, птармика хрящеватая, подмаренник топяной, хвощ, звездчатка злачная. Несколько реже — канареечник, чистец и калужница. Средняя биологическая продуктивность — 552 г/м^2, максимальная — 658 г/м^2. Доля вейника в общей биомассе — 60—80 %. Плотность стеблестоя в среднем — 600—700 поб/м^2, масса побега — 0,43 г (относительно небольшая масса побега свидетельствует о заметном снижении жизненности вейника в этих сообществах, особенно в годы больших разливов).

Ввиду значительной закочкаренности этих лугов и позднего схода воды они наименее перспективны для хозяйственного использования, так как требуют коренного улучшения и занимают незначительные площади. Из 15 изученных сообществ 3 были отнесены к первой группе, по 5 — ко второй и третьей, 2 — к четвертой. Следовательно, в пойме Оби (в районе исследований) преобладают собственно вейниковые и канареечниково-вейниковые сообщества.

За четыре года исследований во всех сообществах было отмечено 34 вида высших растений (помимо самого вейника), в том числе 12 — только в сообществах первой группы с нерегулярным и непродолжительным затоплением. Во всех сообществах (независимо от режима поемности) встречались только 3 вида — хвощ полевой, подмаренник топяной, звездчатка злачная. Однако ни один из них не был указан Е. Ф. Пеньковской [5] в числе 15 видов, входящих в ядро вейниковой формации в низовья Оби. С другой стороны, указанные ею лисохвост луговой, осока дернистая, осока острая, калужница, лютик ползучий, ветреница, чистец, латук сибирский встречаются далеко

Таблица 2

Основные популяционно-ценотические характеристики групп сообществ вейника Лангсдорфа

Признак	Группа сообществ			
	РТ+В	В	К+В	О+В
Запас надземной фитомассы, г/м²	478 / 416—540	579 / 442—863	599 / 374—902	552 / 538—658
Плотность стеблестоя, поб/м²	520 / 410—640	789 / 524—1123	631 / 441—1013	658 / 500—816
Ср. масса одного побега, г	0,52 / 0,45—0,59	0,73 / 0,52—0,94	0,63 / 0,38—0,90	0,43 / 0,31—0,55

Примечание. В числителе — средние значения, в знаменателе — лимиты.

не во всех вейниковых сообществах в районе наших исследований и, по нашему мнению, характерны не для всей вейниковой формации, а лишь для отдельных ассоциаций. Расхождения в оценке роли видов объясняются огромной протяженностью нижнего течения Оби (свыше 700 км), а также тем, что наиболее северная точка поймы (д. Новый Киеват), обследованная Е. Ф. Пеньковской, расположена почти в 80 км к югу от района наших исследований.

Продуктивность вейниковых лугов низовьев Оби в среднем составляет 450—600 г/м² (табл. 2), что согласуется с данными М. К. Барышникова (50—62 ц/га). Максимальная продуктивность вейниковых лугов (902 г/м²) несколько ниже потенциально возможной (1010 г/м²), указанной Н. В. Пешковой [6] для поймы р. Хадыты (левого притока Оби).

Известно, что в экстремальных условиях поймы крупных северных рек наивысшая продуктивность свойственна практически чистым одновидовым злаковым сообществам. Однако продуктивность канареечниково-вейниковых лугов ничуть не ниже (см. табл. 2), чем собственно вейниковых, так как средние данные по пяти сообществам каждой группы практически не различаются. В отдельные годы продуктивность канареечниково-вейниковых сообществ даже выше (более 900 г/м²). В разнотравно-вейниковых лугах, выходящих из зоны регулярного затопления, она ниже, чем продуктивность регулярно затопляемых лугов. Снижается и доля вейника в общей фитомассе.

Плотность стеблестоя вейника максимальная в чисто вейниковых сообществах, чуть ниже — в канареечниково-вейниковых и заметно уменьшается при выходе из зоны регулярной поемности. Масса побега в большей степени снижается при

Таблица 3

Разногодичная изменчивость некоторых признаков вейникового сообщества

Признак	Годы				$\bar{X}$	Относительный диапазон изменения средних, %
	1984	1985	1986	1987		
Запас надземной фитомассы, г/м² . . .	475	570	866	598	627	82
Плотность стеблестоя, поб/м²	568	760	917	776	755	61
Средняя масса побега, г	0,83	0,75	0,94	0,82	0,85	25
Генеративные побеги, %	12,03	9,14	33,21	3,98	13,60	734

излишней продолжительности затопления в осоково-вейниковых сообществах.

Резкие разногодичные изменения режима поемности приводят и к значительным разногодичным флуктуациям многих признаков вейниковых сообществ (табл. 3). Размах флуктуаций, оценивавшийся по относительному диапазону изменения средних [4], составил для запаса надземной фитомассы 82 %, плотности стеблестоя — 61, средней массы побега — лишь 25 %.

Поскольку в одновидовом сообществе запас надземной фитомассы однозначно определяется плотностью стеблестоя и массой одного побега, можно сделать вывод, разногодичные изменения продуктивности таких сообществ зависят в большей степени от изменения численности побегов, нежели от их мощности.

Максимальная продуктивность вейникового сообщества отмечалась в 1986 г., которому предшествовал год с исключительно высоким и продолжительным разливом. Такое повышение в большей степени свойственно сообществам высокого уровня и может не отмечаться в сообществах среднего уровня. Весьма важным представляется и тот факт, что повышенная продуктивность часто обусловлена высоким процентом генеративных побегов в травостое, поскольку генеративный побег вейника имеет в 2—2,5 раза бо́льшую массу, чем вегетативный. Совпадение высокой продуктивности с высокой генеративностью неоднократно отмечалось нами у вейниковых сообществ, относящихся к разным группам и экологическим уровням.

Доля генеративных побегов в травостое влияет не только на продуктивность, но и на качество сена, поскольку в листьях генеративных побегов протеина содержится меньше, чем в вегетативных. И количество листьев на генеративном побеге вейника в 1,5 раза меньше, чем на вегетативном. При увеличении генеративности вейника (с 10—15 до 30—35 %) масса стеблей возрастает (с 30—32 до 40—44 %), а листьев снижается (с 30—

35 до 20—25 %). Следовательно, кормовые достоинства сена ухудшаются.

В одном из чистых вейниковых сообществ было изучено влияние сенокошения на структуру и продуктивность травостоя. Максимальная суммарная продукция за один сезон была получена при однократном позднем укосе в середине августа (863 г/м^2). При двухукосном использовании суммарная продукция была ниже на 25—50 %. Однократное скашивание на следующий год привело к снижению продуктивности на 17, двукратное — на 25—30 % по сравнению с контролем, не скашивавшимся в предыдущий год. На участках, скашивавшихся в предыдущий год, не было отмечено ни одного генеративного побега.

Таким образом, сенокошение приводит к существенным изменениям структуры вейниковых сообществ и снижает их продуктивность на следующий год. Однако в сене, получаемом на следующий год, доля листьев возрастает, а грубых стеблей — уменьшается, т. е. кормовые качества вейникового сена улучшаются. Двукратное скашивание с целью получения ценной отавы возможно при раннем первом укосе (в начале июля), но недопустимо проводить его ежегодно (во избежание деградации сообщества и выпадения вейника из травостоя). Оптимальные сроки сенокоса при одноукосном использовании — вторая — третья декада июля. При более поздних сроках сенокоса, практикующихся в хозяйствах Ямало-Ненецкого автомного округа, содержание питательных веществ в сене резко снижается, а сушка его производится в неблагоприятных погодных условиях.

Выводы

Режим поемности оказывает существенное влияние на пространственную и разногодичную изменчивость вейниковых сообществ. При выходе из зоны регулярного затопления увеличивается видовое разнообразие сообществ, а мощность побегов доминанта и продуктивность снижаются.

При продвижении к северу уменьшается число видов, характерных для всех ассоциаций вейниковой формации.

Максимальная продуктивность свойственна не только чистым вейниковым, но и канареечниково-вейниковым сообществам. Она наблюдается, как правило, в год после высокого и продолжительного разлива и в значительной степени обусловлена высокой долей генеративных побегов вейника в травостое.

Хозяйственная ценность вейниковых сообществ определяется не только количеством производимой фитомассы, но и соотношением генеративных и вегетативных побегов. Наиболее ценными являются сообщества с достаточно высокой, относительно стабильной продуктивностью и пониженной генеративностью доминанта.

Скашивание вейника необходимо производить до колошения

(во второй — третьей декаде июля) во избежание снижения кормовых качеств сена. В целях получения вейникового сена с наиболее высокими кормовыми достоинствами допустимо неежегодное двукратное скашивание наиболее высокопродуктивных травостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Асеева А. И. Сельскохозяйственный потенциал Обь-Иртышской луговой поймы и его использование // Сибирский географический сборник. Новосибирск, 1980. Вып. 15. С. 51—114.

2. Барышников М. К. Луга низовьев Оби, их характеристика и перспектива использования // Тр. НИИ с.-х. Крайнего Севера. Норильск, 1961. Т. 10. С. 115—158.

3. Гафуров Ф. Г., Скулкин И. М. Экотопологическая характеристика луговых сообществ поймы низовьев Оби // Экология. 1987. № 3. С. 73—75.

4. Горская Т. Г., Никулина Г. А., Габдрахимова Г. Я. Закономерности дифференциации популяции многолетних трав при сукцессии в травосмесях // Ботанические исследования на Урале. Свердловск, 1985. С. 47.

5. Пеньковская Е. Ф. К характеристике луговой растительности поймы Оби // Биологические ресурсы поймы Оби. Новосибирск, 1972. С. 334—352.

6. Пешкова Н. В. Разногодичная изменчивость запаса надземной биомассы некоторых травянистых сообществ поймы р. Хадыты // Охрана и рациональное использование биологических ресурсов Урала. Свердловск, 1980. С. 34—35.

7. Смелов С. П., Пономарев В. Н., Тихомиров Б. А. Вейниковое сено и его кормовая ценность // Вестн. ДФВ АН СССР. Владивосток, 1934. Т. 1 (8). С. 22—28.

8. Федорова О. А. Химический состав кормовых растений, сена и сочных кормов Крайнего Севера // Вопросы развития продуктивного животноводства Крайнего Севера. Тюмень, 1958. С. 253—274.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

О. Н. МИНЕЕВА, В. Н. ЗУЕВА

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЦИОНАЛЬНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДИКОРАСТУЩИХ ЯГОДНИКОВ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

Залог успешного решения Продовольственной программы — мобилизация растительных ресурсов для нужд практики с учетом строгого соблюдения условий рационального природопользования и охраны природы. Определение запасов сырьевых растений должно рассматриваться в четырех основных аспектах: ботаническом, экономическом, природоохранном и математическом. Цель нашей работы сводилась к выявлению площадей распространения и условий произрастания плодово-ягодных растений в северных районах Свердловской области, определению биологической и хозяйственной урожайности, биологического и промыслового запаса и на этой основе — к установлению величины промышленного сбора. Исследование проводили в 1984—1986 гг. в трех районах Свердловской области (Туринском, Таборинском, Гаринском).

По природным условиям Туринский и Таборинский районы близки. Расположены они в северо-восточной части области — в подзоне южной тайги бореально-лесной зоны. Рельеф равнинный, равнинно-волнистый, волнисто-увалистый. В почвенном покрове преобладают подзолистые, дерново-подзолистые, серые лесные, а также болотные почвы (до 61 %). Климат районов континентальный, умеренно теплый и средне-увлажненный.

Основные плодово-ягодные растения — клюква, брусника, рябина, калина, черемуха, пользующиеся большим спросом у населения. Плоды их не только имеют прекрасные вкусовые качества, но и обладают целебными свойствами. Сведения о площадях плодово-ягодных угодий получены из таксационных описаний лесного фонда лесничеств путем поквартальной выборки площадей насаждений с оптимальными (для плодоношения ягодников) таксационными показателями (номерами квартала и площади выдела, типом леса, составом, полнотой, возрастом и бонитетом насаждений, составом травяно-кустарничкового яруса). С целью уточнения размеров площадей, занятых клюквой и брусникой, были использованы Материалы торфяных месторождений Свердловской области. Эти виды встречаются обычно на верховых болотах. Уточнены площади распростране-

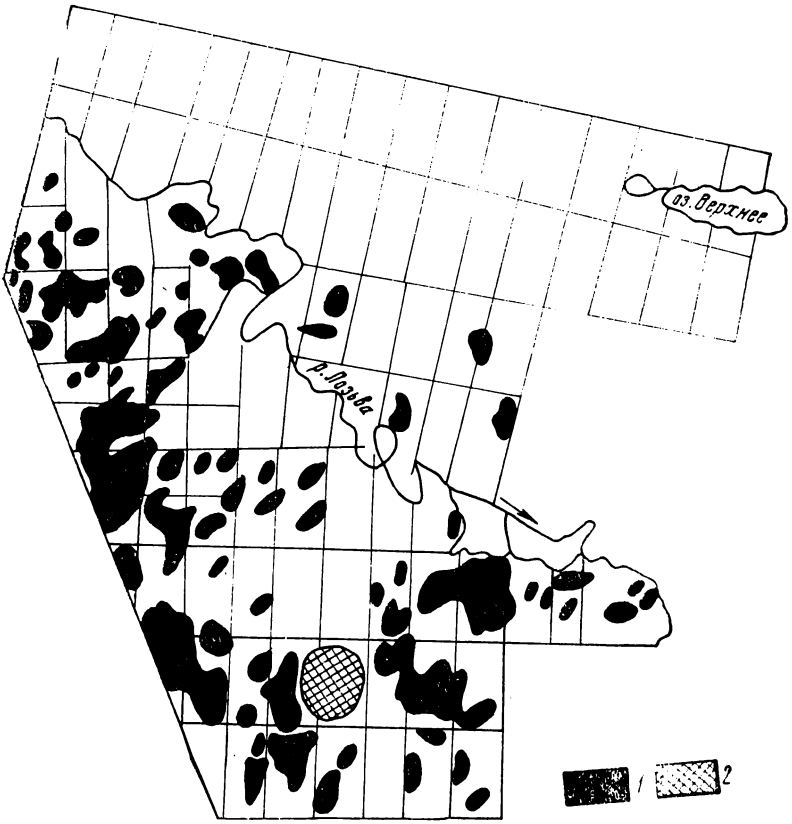
ния рябины, отмечены те из них, на которых вид практически не плодоносит из-за сильного затенения или потравы лосями. Минимальная учетная площадь, с которой имеет смысл проводить промышленный сбор ягод, равна 5 га.

Таким образом, плодово-ягодные угодья можно поделить на площади: распространения — суммарная площадь древесных и кустарниковых форм, на которой был отмечен вид (рябина, черемуха), при среднем и густом произрастании и с покрытием более 5 % кустарничковых (клюквы, брусники); ягодоносную — часть площади распространения, на которой можно вести заготовку сырья; при средней густоте произрастания составляет 10, при густом — 25 % от площади выдела; эксплуатационную — площадь ягодников, на которой возможен сбор ягод в промышленных объемах [4], она составляет 30 % от ягодоносной площади. Для естественного восстановления ягодников необходимо иметь 10 % эксплуатационной площади. На 60 %, по нашим данным и имеющимся в литературе [3], ягодники обычно не плодоносят, исключая отдельные годы, когда плодоношение оптимальное и урожайность по разным местообитаниям менее изменчива.

С учетом ритмики плодоношения вида меняется расположение эксплуатационной площади в пределах ягодоносной. Площади распространения плодово-ягодных растений отражались на планах лесонасаждений с использованием лесотаксационных материалов и топографической основы (в масштабе 1:100000). Эксплуатационные площади внутри контуров наносились условно с учетом расположения эксплуатационной площади (в разные годы она может смещаться из-за биологической ритмики плодоношения). Первичной учетной единицей для картирования был принят лесотаксационный выдел, так как квартальная сеть имеется в натуре и доступна для ориентировки сборщиков. Распределение плодово-ягодных растений на территории госпромхоза и ягодоносные площади даны по отдельным лесничествам (см. рисунок).

Для учета урожайности плодов рябины и черемухи в пределах ключевых участков были заложены пробные площади размером 100 м^2, на них вели подсчет деревьев изучаемого вида, плодоносящих стволиков на одном дереве и массы ягод на одном стволике. В ряде случаев проводили сплошной сбор ягод на пробной площади. Для получения данных о среднем урожае на одном дереве, стволике, кисти использовали модельные деревья. Урожайность брусники и клюквы определяли на учетных площадях (1×1 м) методом случайной выборки в двух-трехкратной повторности в сырой массе, рябины и черемухи — воздушно-сухой. Весь числовой материал обработан статистически, ошибка в 20 % удовлетворительна для подобного рода исследований.

Приведем основные результаты трехлетних исследований



Распределение шиповника на территории Андрюшинского лесничества Гаринского госпромхоза.

1 — площадь распространения, *2* — эксплуатационная площадь.

(см. таблицу). Под биологической урожайностью следует понимать массу ягод и плодов с учетной площади. Ее определяли опытным путем. Для этого выбрали наиболее характерные для изучаемых видов ключевые участки (с учетом типов растительности), описали их геоботанические особенности, заложили пробные площади для определения урожайности плодов и ягод. После этого провели экстраполяцию данных на однородную (в ресурсном отношении) территорию. Для практических целей большее значение имеет не биологическая урожайность, а хозяйственная [2,4]. Она составляет 50—55 % от биологической, так как предполагает потери от осыпания ягод (до 13 %), недосбора (25), поедания животными (17), 10 % собирает население. Хозяйственная урожайность меняется по годам.

Биологический запас — это количество сырья, которое можно заготовить на ягодоносной площади без учета восстановления

Запасы плодово-ягодных растений и размеры площадей угодий

Район	Растение	Площадь, га		Урожайность, кг/га		Запас, т		Промышленный сбор, т
		Ягодоносная	Эксплуатационная	Биологическая	Хозяйственная	Биологический	Промысловый	
Туринский	Рябина	1608,6	482,5	531,9	140,7	566	68	6,8—10
	Черемуха	305	91,6	1180	472	359,8	43	4,3—6,5
	Калина	90	27	770	306	69	8,3	0,8—1,3
	Клюква	5250,8	1650,8	383	153	2105	252	25—38
	Брусника	2048	613,6	187	75	383	46	4,7—6,9
	Голубика	—	—	23	9,0	101	40	—
Таборинский	Рябина	7716	2571	416	208	3210	545	54—80
	Черемуха	505	168	31	15,4	16,4	3,0	0,3—0,4
	Клюква	13936	4644	258	124	3531	639	57—85
	Брусника	2000	600	254	127	533	84	8—12
Гаринский	Рябина	14917	4525	320	160	4774	724	73—108
	Черемуха	175	53	77	39	17	2	0,2—0,3
	Калина	1732	519	24	12	41	6	0,6—2,5
	Клюква	16187	4856	2986,4	1493,2	14097	2114	211—317,2
	Брусника	14406	4322	109,5	54	1563	234,6	23—46
	Шиповник	37674	11302	900	700	30471	7911,0	791—1186

популяции [1]. Он равняется произведению биологической урожайности на ягодоносную площадь. Промысловый запас составляет часть биологического (исключая потери от осыпания ягод, недосбора и поедания животными). Фактически он равен произведению хозяйственной урожайности на эксплуатационную площадь. Биологический и промысловый запасы, а также промышленный сбор ягод (как по отдельным лесничествам, так и в целом по госпромхозу) пропорциональны эксплуатационным площадям.

Биологическая и хозяйственная урожайность калины, черемухи и клюквы выше в Туринском районе, а рябины и брусники — в Таборинском. Наиболее высокие показатели биологического и промыслового запасов рябины, клюквы и брусники — в Гаринском районе (для примера: в Туринском районе таковые запасы рябины составляют 3210 и 545 т, в Гаринском — 4774 и 724 т соответственно). В этих же районах запасы брусники соотносятся 1 : 3 (см. таблицу).

Проведенное исследование показало перспективность Туринского, Таборинского, Гаринского районов в заготовке традиционного для северных районов области сырья — клюквы, брусники, шиповника и рябины. Черемуху и калину целесообразно заготавливать в Туринском районе. Заготовка плодов и ягод требует соблюдения щадящего режима эксплуатации площадей ягодников. Клюква, брусника, рябина, черемуха, калина, шиповник встречаются в каждом из трех районов, но использование их для промышленных заготовок не везде целесообразно. Их сбор зависит от ряда факторов: доступности местообитаний плодово-ягодных растений, обилия плодоношения, размера площади распространения. Проведенное исследование дает возможность планирующим организациям устанавливать научно обоснованные нормы сбора ягод для определенных районов и конкретных заготовительных пунктов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Донцов А. А., Олешко Г. И., Борисова Н. А., Печорская Л. Г., Крепанова Н. С. Запасы дикорастущих лекарственных растений в юго-восточных районах Свердловской области // Раст. ресурсы. 1984. Т. XX, вып. 2. С. 177—182.

2. Козьяков С. Н. К вопросу запасов грибов и ягод // Там же, 1972. Т. VIII, вып. 1. С. 132—139.

3. Колепаева К. Г. Урожайность клюквы в Кировской области // Там же, 1971. Т. VII, вып. 1. С. 99—103.

4. Раус Л. К. Урожайность, запасы и использование дикорастущих плодово-ягодных растений Кировской области // Там же. 1969. Т. V, вып. 4. С. 539—546.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Е. П. СМОЛОНОГОВ

ДИНАМИКА КЕДРОВЫХ ЛЕСОВ И НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОГРАММЫ

Кедровые леса СССР образуют три вида высокоствольных пятихвойных кедровых сосен: кедры европейский, сибирский и корейский. Общая площадь лесов с участием этих видов — более 30 % (40 млн га с запасом древесины более 7 млрд м^3). Комплексная природная и социально-экономическая значимость этих лесов столь велика, что проблема рационального использования и ведения хозяйства в кедровниках находит почти регулярное отражение не только в директивных документах хозяйственных органов, но и в правительственных постановлениях разных лет (Совета труда и обороны, 1921; Совета Министров РСФСР, 1957, 1966, 1978 и Совета Министров СССР, 1978).

Особую важность и ценность этих лесов определяют съедобные семена кедровых сосен, их высокие пищевые качества, другие полезные свойства и огромная потенциальность урожайности кедровых лесов Урало-Сибирской тайги. Велико также значение стелющихся лесов из кедровго стланика на северо-востоке нашей страны (более 25 млн га).

Пищевые качества семян определяются прежде всего содержанием жира и других питательных элементов. По данным Руш [7], в ядрах семян содержится жира — 59—66, белкового азота — 2,4—4,9, зольных элементов — 2,5—2,7 %. Масличность от общей массы орехов — около 25 %. Различия в содержании жира между названными видами кедровых сосен невелики. Масло, полученное из семян, по техническим, пищевым и вкусовым качествам превосходит все другие растительные масла, используемые в косметике и промышленности. По данным М. Ф. Петрова [5], еще в 20-х годах было доказано, что по удельной массе, высыхаемости, йодному, кислотному числу, реакции Либермана-Шторха, числу омыления, эладиновой пробе кедровое масло может заменить миндальное и прованское во всех видах пищевого, косметического и фармацевтического применения.

Изучение целебных свойств орехов кедра сибирского в 30-х годах показало высокое содержание аксерофтола (витамина роста), провитамина А, витаминов группы В, С. По данным

лаборатории Л. И. Вигорова [5], токоферола (витамина Е) в кедровом орехе в 10—15 раз больше, чем в грецком, и близко к содержанию в миндале. Токоферол в переводе с греческого — «несу потомство» (до 30-х годов соболь в неволе не размножался, а после введения в его рацион кедровых орехов стал давать потомство; возможно, этим объясняется совпадение ареалов соболя и кедровых сосен).

Таким образом, кедровые орехи — концентрат не только пищевой, но и важных витаминов для жизни животных и человека. Неслучайно кедровники — центры обитания, а через прямые или сложные трофические связи — регуляторы численности многих видов таежных животных. Особенно важна и взаимообусловлена связь между кедром и птицей кедровкой. По существу, она обеспечивает расселение и восстановление кедра в естественных природных условиях.

Ценность кедрового ореха как продукта питания несомненна, и умело организованные заготовки его внесут посильный вклад в выполнение Продовольственной программы. На долю кедровых лесов приходится 80 % всего биологического урожая орехов в стране [8]. Заготавливают его в иные годы 2—3 тыс. т, но этого недостаточно для приготовления кедрового масла и других пищевых продуктов. Почти все заготовленные орехи поступают в магазины для продажи в натуральном виде. Между тем сырьевые возможности лесов велики. Урожайность кедровников зависит от многих факторов. Во-первых, от характера условий местопроизрастания. Наибольшие урожаи семян бывают в лучших лесорастительных условиях. Наименьшие зарегистрированы в подгольцевых кедровниках, в предтундровых лесах, на заболоченных территориях (15—20 кг с 1 га). В подзонах северной, средней и южной тайги на Урале (в средние по урожайности годы) собирают 60—80, а на прилегающих равнинах 100—120 кг с 1 га. В благоприятные по погодным условиям годы урожайность увеличивается в 2—4 раза. Повторяются такие годы через каждые 7—9 лет, средние урожаи бывают через 3—4 года. Во-вторых, урожайность деревьев обусловлена генетически и их положением в общем пологе древостоя. Выделяют высоко-, средне- и низкоурожайные деревья. Бóльшую часть урожая дает только треть из них. В таежных кедровниках плодоносят ветви лишь верхней части кроны. Судьба урожая зависит и от погодных условий в продолжение трех вегетационных сезонов, т. е. на протяжении всего генеративного цикла (от закладки генеративных зачатков до созревания семян). Ритмика урожайности имеет хорошую коррелятивную связь с активностью солнца [1—3,10]. Высокие урожаи дают припоселковые (окультуренные) кедровники, структура которых оптимальна и создается за счет вырубки сопутствующих лесообразователей в раннем возрасте. Кедры здесь с крупными овальными развесистыми кронами. Ветви почти все плодоносят. Ритмика урожайности в

таких кедровниках более выравнена. Наибольшие урожаи — 1000—1500, средние — 300—400 кг с 1 га [5].

Если принять показатели в средние по урожайности годы за норму, то общий биологический урожай в кедровниках Урала составляет 25—30 тыс. т. По данным В. Ф. Парфенова [4], 30—35 % урожая поедают таежные животные. Примерно 30—40 % площади бывает трудно или невозможно освоить. Но 8—10 тыс. т на Урале можно заготавливать ежегодно. На деле же этого нет, например, в 1970—1980 гг. было заготовлено всего 0,8—1 тыс. т. В целом по районам Урала и Западной Сибири сырьевые возможности ориентировочно составляют 200—250 тыс. т, т. е. в 80—100 раз выше достигнутого уровня заготовок.

Кедровый таежный промысел трудоемок. Почти не поддается механизации сбор шишек. Велики трудности, связанные с первичной переработкой и транспортом. В настоящее время заготовка орехов зависит от случайной рабочей силы, поэтому указанные ресурсы вряд ли будут освоены. Однако при создании предприятий по комплексному освоению богатств кедровой тайги, хозрасчетных кооперативных бригад увеличение заготовок кедровых орехов в 10—15 раз реально. В этом аспекте очень важна задача значительного увеличения площади окультуренных таежных кедровников, создания специальных кедросадов, где возможно применение механизмов при сборе, переработке шишек и транспортировке продукции.

В последние годы вызывает все большую тревогу ведение хозяйства в кедровых лесах. В результате интенсивной промышленной вырубки лесов сокращаются площади кедровников. Например, за последние 30 лет площадь лесов с кедром корейским на Дальнем Востоке уменьшилась на 25 % [11]. Вырубают кедровники в Томской, Тюменской областях, в Алтайском крае, полностью вырублены они в Кемеровской области. По официальной статистике, в настоящее время в лесном фонде преобладают старовозрастные кедровники, мало средневозрастных и очень мало молодняка. Все это требует совершенствования ведения хозяйства. Для этого необходимо знать наиболее общие закономерности функционирования лесных сообществ, а также восстановления и формирования кедровников.

Материалы изучения восстановительно-возрастной динамики в широком географическом аспекте, охватывающем Северный, Средний Урал, а также все лесорастительные подзоны Западно-Сибирской равнины, показывают, что процесс имеет эколого-географическую (региональную) обусловленность, зависит от состава лесообразователей, их эколого-биологических различий (включая продолжительность жизненного цикла). Однако, несмотря на существенные региональные различия, есть и общие закономерности, которые обусловлены важнейшими эколого-биологическими свойствами кедра [9] как главного эдифика-

торного лесообразователя: зоохорностью, теневыносливостью на ранних стадиях онтогенеза, способностью резко увеличить приросты и развитие при улучшении световых условий, большой продолжительностью жизни.

Весь цикл восстановительно-возрастной динамики биогеоценозов во времени (независимо от районов и экологических условий) обычно расчленяется на три периода. Первый — восстановление и формирование кедровников на обезлесенной площади под доминантным и эдификаторным влиянием быстро растущих пионерных лесообразователей (преимущественно березы с участием осины). Продолжение периода 80—100 лет. За это время лиственные виды заканчивают онтогенетический цикл развития, и к концу периода начинается их отпад. Кедр обычно появляется на возобновляющихся площадях одновременно с березой, ель и пихта — одновременно или несколько позже. Темнохвойные и кедр образуют сначала нижний биогеоценотический горизонт, затем нижний древесный ярус. К концу периода отдельные деревья выходят в верхний полог.

Во второй период (от 80—100 до 160—180 лет) происходит формирование кедровников при доминантном участии темнохвойных лесообразователей. Образуется верхний древесный ярус, в котором доминантами чаще бывают ель, пихта (при участии кедра и перестойной березы). Для темнохвойных характерна техническая спелость древесины. К концу периода начинается отпад пихты, затем ели. Кедр имеет высокие показатели ростовых процессов. С возраста 140—150 лет начинается период обильного семеношения и продолжается до 300—350 лет.

Третий период — стабилизация и естественная спелость кедровников. Он охватывает интервал морфоценогенеза от 160—180 до 400 и более лет. Доминантом и эдификатором является кедр, его участие в составе древостоев от 30—40 до 100 %. Продолжается более интенсивный отпад старовозрастной пихты, ели. Это изменяет внутриценозную среду. Улучшается процесс возобновления, а также формирования нижнего биогеоценотического горизонта за счет подроста вторых возрастных генераций ели, пихты, иногда кедра. К 280—300 годам они обычно образуют второй древесный полог.

У кедра высокие параметры ростовых процессов и высокий уровень семеношения, снижение которого начинается в возрасте 300—350 лет, хотя отдельные деревья дают неплохие урожаи и в 500—600 лет (в лаборатории Института леса УрО СССР хранится срез дерева в возрасте 640 лет, дававшего в последнее десятилетие по 10—30 шишек ежегодно). К концу периода обычно 20—40 крупных кедров возвышаются над общим пологом основного древесного яруса.

Таковы общие черты морфоценогенеза первых послепожарных поколений, образующих общий (одинаковый) естественно-генетический возрастной ряд развития. Насаждения первого перио-

да — фактические молодняки кедра, второго — средневозрастные. По классическим геоботаническим представлениям это короткопроизводные насаждения. Их можно отнести также к потенциально коренным (т. е. к потенциально кедровым), из которых естественным путем формируются будущие кедровники. Целенаправленным воздействием хозяйственных мер можно ускорить формирование и создать структуру с оптимальными параметрами для плодоношения.

Охарактеризованные особенности восстановительно-возрастной динамики до настоящего времени (в соответствии с действующими инструкциями) не учитывались при таксации лесного фонда и в материалах его учета, при образовании хозяйственных секций. В частности, насаждения первого периода (поскольку в них преобладают лиственные лесообразователи) относят обычно к лиственным лесам, второго (если в них преобладают ель, пихта, а кедра — менее 30 % по запасу) — к ельникам. В них соответственно проводятся хозяйственные меры по нормативам лиственных либо темнохвойных лесов (в том числе рубки главного пользования — промышленные в возрасте 80—100 лет). Тем самым естественный процесс динамики прерывается, а временная смена закрепляется и на будущее.

В насаждениях, отнесенных к кедровникам с участием кедра (от 30 % и более), возраст главной рубки был установлен в 160 лет, сейчас он повышен до 200. Конечно, это абсурдно — в 150—160—200 лет кедровники обладают наибольшей семенной продуктивностью.

Отмеченные особенности и закономерности восстановительно-возрастной динамики составляют основу для наиболее общей стратегической системы хозяйства в кедровниках. Насаждения всех периодов динамики следует объединять в интегральную, смешанную кедровую хозяйственную секцию. При таксации лесов необходимо учитывать особенности восстановительно-возрастной динамики, выделять категорию потенциальных кедровников, в учете лесного фонда выносить их отдельной строкой. Все это нормализует его структуру. А проведение лесоводственных мероприятий позволит ускорить формирование кедровников (соответственно увеличит и их площади). Основа всей системы — потенциальные кедровники, без выделения которых площади кедровников будут сокращаться.

Эти и комплекс других предложений нашли отражение в «Руководстве по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах» [6], частично — в новой лесоустроительной инструкции 1986 г.

Однако пользуются ими пока только в опытно-производственных целях. В Свердловской области и на Урале в целом рубка кедровника запрещена, но потенциальные кедровники не выделяют. Молодняки и средневозрастные насаждения подвергаются обычным промышленным рубкам. Тем самым сокраще-

ние площади кедровых лесов предопределено. Исключительно важное значение для Урала имеет создание окультуренных таежных кедровников и кедросадов, а также комплексных предприятий по использованию всех богатств кедровой тайги. Особенно важно это сделать сейчас в связи с перестройкой и интенсификацией лесного комплекса страны.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Воробьев В. Н. Особенности плодоношения кедра сибирского в горных условиях // Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. Новосибирск, 1974. С. 15—70.

2. Воробьев В. Н. Биологические основы комплексного использования кедровых лесов. Новосибирск: Наука, 1983. 254 с.

3. Некрасова Т. П. Биологические основы семеношения кедра сибирского. Новосибирск: Наука, 1972. 274 с.

4. Парфенов В. Ф. Комплекс в кедровом лесу. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 238 с.

5. Петров М. Ф. Кедр — дерево хлебное. Свердловск: Сред.-Урал. кн. изд-во, 1982. 156 с.

6. Руководство по организации и ведению хозяйства в кедровых лесах. М.: Гослесхоз СССР, 1984. 194 с.

7. Руш В. А. Биохимическая характеристика семян кедровых сосен // Биология семенного размножения хвойных Западной Сибири. Новосибирск, 1974. С. 180—183.

8. Семечкин И. В., Поликарпов Н. П., Ирошников А. И. Кедровые леса Сибири. Новосибирск: Наука, 1985. 256 с.

9. Смолоногов Е. А., Кирсанов В. А. Восстановительно-возрастная динамика кедровых лесов Урала и Западной Сибири как организационная основа ведения хозяйства. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1986. 62 с.

10. Хохрин А. В., Кирсанов В. А., Смолоногов Е. П. Анализ плодоношения кедра на Урале в связи с генетической неоднородностью и солнечной активностью // Развитие лесообразовательного процесса на Урале. Свердловск, 1977. С. 102—115.

11. Шейнгауз А. С., Челышев В. А. Тенденция развития и размещения лесного комплекса Дальнего Востока // Проблемы развития лесного комплекса Дальнего Востока. Хабаровск, 1984. С. 20—43.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Ю. М. АЛЕСЕНКОВ

ПРОДУКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ТИПОВ ГОРНЫХ ЕЛОВЫХ ЛЕСОВ СРЕДНЕГО УРАЛА

В связи с нерешенностью проблемы обеспечения кормами сельскохозяйственных животных важное значение приобретает использование нетрадиционных кормов, в том числе второстепенных и побочных продуктов лесозаготовок. Переработанная древесная зелень — хвойная и хвойно-витаминная мука — содержит большое количество витаминов и биологически активных веществ. Необходим точный учет древесной зелени, динамики ее запасов в зависимости от экологических, экотопических и фитоценотических факторов.

Исследования проводили в пределах горной части Среднего Урала (Свердловская область) на территории Висимского и Невьянского лесхозов, представленной несколькими эколого-географическими комплексами таежных лесов. Пробные площади были заложены в наиболее широко распространенных на Среднем Урале типах леса: ельнике (пихто-ельнике, иногда пихтарнике) папоротниково-высокотравном, ельнике (пихтоельнике) крупнопапоротниковом, ельнике (кедро-ельнике) хвощово-сфагновом. Дифференциация типов леса на горном склоне достаточно отчетлива и носит выраженный инверсионный характер.

Древостой ельника папоротниково-высокотравного включает в себя ель и пихту (с небольшой долей кедра сибирского, березы повислой и рябины сибирской. Густой подлесок (сомкнутостью более 30—40 %) состоит из шиповника иглистого, жимолости обыкновенной и синей, бузины, иногда черемухи. В напочвенном покрове доминируют щитовник ланцентно-гребенчатый, кочедыжник женский, вейник тупоколосковый, кислица обыкновенная, аконит северный, медуница неясная. Древостой этого типа леса обычно разновозрастный. Состав его — 6Е4П ед. Р, К. Количество подроста под пологом леса невелико, размещен он неравномерно. Описание почвенного профиля:

АО 0—4 см. Слаборазложившаяся войлочного типа темно-коричневая подстилка.

А1 4—10 см. Темно-серый комковатый средний суглинок с

включением мелкого щебня горной породы и обильных корней. Переход ясный.

B1 10—30 см.	Буро-палевый зернистый суглинок. Средний, с корнями и щебнем, слабоуплотненный, свежий.
B2 30—70 см.	Желтовато-бурый с темновато-желтыми пятнами тяжелый суглинок. Непрочно-комковатой структуры, с щебнем породы и редкими корнями, свежий, плотный.
B2C 100 см.	Желто-бурый тяжелый суглинок, с обильным щебнем и крупными глыбами породы; рыхлый, свежий, плотный.

Крупнопапоротниковые ельники приурочены, как правило, к неглубоким почвам, лишь тонким слоем покрывающим курумы (скопления грубообломочного делювия), на которых довольно высока вероятность ветровала. Древостой: ель, пихта с участием кедра сибирского, березы и рябины. Доля рябины заметно уменьшается по сравнению с древостоем ельника папоротниково-высокотравного. Часто рябина — лишь подлесок, в котором растут шиповник иглистый и жимолость. Большое разнообразие таежных папоротников в напочвенном покрове — характерная особенность крупнопапоротниковых ельников. Фон создают щитовник австрийский и кочедыжник женский и городчатый. Изредка встречается страусово перо. Неморальное широкотравье в них редко и достаточно бедно по составу. На постоянно влажных почвах под пологом крупных папоротников обильны и разнообразны мниевые, а также некоторые листостебельные мхи. Описание почвенного профиля:

AO 0—3 см.	Слаборазложившаяся коричневая подстилка с обильной микоризой.
A1 3—10 см.	Темнобурый мелкокомковатый средний суглинок, рыхлый, с обильными корнями растений.
A1B1 11—26 см.	Палево-бурый мелкозернистый тяжелый суглинок с мелким щебнем, комковатый, с редкими корнями растений; плотный, влажный.
B2C 70—98 см.	Сизовато-бурый неравномерно окрашенный комковатый тяжелый суглинок, сырой.

Ельники хвощово-сфагновые занимают местообитания в депрессиях и нижних частях склонов гор. Почвы — торфяно-глеевые, но подстилаемые крупными гальками и щебнем, что способствует несколько лучшему дренажу по сравнению с типичными хвощово-сфагновыми ельниками южной тайги. Этот факт способствует некоторому повышению продуктивности сфагновых ельников района исследований. Древостой коренных насаж-

Таксационная характеристика пробных площадей

Тип леса	Площадь, га	Состав древостоя	Кол-во растущих деревьев, шт.	Ср. высота, м				Сумма площадей сечения, м²/га	Относительная полнота	Запас стволовой древесины, м³/га
				Е	П	К	Р(Б)			
I — папоротниково — высокотравный . . .	1	6Е4П	818	19,4	17,3	—	14,5	25,6	0,82	261,0
II — крупнопапоротниковый . .	1	6Е4П+Р	1262	19,6	16,0	—	7,0	35,4	1,02	383,6
III — хвощово-сфагновый	0,2	7Е1К2Б++П	2410	12,9	7,2	16,3	13,6	35,8	1,37	265,3

дений еловый, низкобонитетный (V—V^{a}), с примесью кедра, березы, пихты. Подлесок редкий. Состоит из можжевельника и шиповника. Фон напочвенного покрова создают хвощ лесной и осоки; встречаются вейник пурпурный и малина арктическая. Из мхов — абсолютное доминирование сфагнов. Описание почвенного профиля:

АО 0—4 см.	Коричневая слаборазложившаяся подстилка с обильной микоризой.
А1^{т} 4—12 см.	Коричнево-серый рыхлый, хорошо разложившийся торф с древесными корнями.
А1В1 12—16 см.	Темно-серый зернистый с неровными границами тяжелый суглинок с пятнами торфа, корнями; уплотненный, влажный.
В1 16—55 см.	Темно-бурый бесструктурный мягкопластичный тяжелый суглинок, плотный, мокрый.
В2 55—65 см.	Темно-коричневая плотная глина, бесструктурная, сырая, с мелким щебнем.

Таксационная характеристика древостоя пробных площадей (см. таблицу) свидетельствует о закономерном увеличении числа деревьев (прежде всего ели), абсолютной и относительной полноты (в связи с понижением местоположения на горном склоне и изменением экологических условий местообитания), а также о снижении среднего диаметра. Наиболее благоприятные лесорастительные условия создаются в верхней части горных склонов. Об этом свидетельствуют наблюдения в горных темно-хвойных лесах за динамикой влажности почв [3], атмосферного увлажнения [5] и термическим режимом [2].

С снижением уровня местности производительность древостоя уменьшается, достигая минимальных значений в наименее

теплообеспеченных переувлажненных экотопах депрессий и у подножья горных склонов. Основой для определения запасов органического вещества, продуцируемого древостоем, нам служили модельные деревья, срубленные на пробных площадях и обработанные согласно общепринятым методическим рекомендациям [4]. Данные, полученные в результате обработки модельных деревьев, выравнивались математически по формуле $y = ax^b$, где y — масса искомой фракции фитомассы; x — диаметр ствола на высоте 1,3 м; a и b — коэффициенты, зависящие от биометрических показателей дерева. Коэффициент вариации между выравненными и фактическими данными колебался от 0,7 до 0,95 для различных фракций фитомассы [1]. Приведем запасы наиболее важных в кормовом плане фракций фитомассы на пробных площадях 1—3, т/га абс. сух. массы:

Фракция фитомассы	1 Ель	1 Пихта	2 Ель	2 Пихта	3 Ель
Хвоя					
однолетняя	1,15	0,60	1,25	1,11	1,9
многолетняя . . .	3,24	1,5	6,74	3,62	5,48
Мелкие ветви без хвои	1,93	1,27	2,94	2,77	3,11

Общая надземная фитомасса древостоя составляет соответственно, т/га; 128,19; 181,63; 124,7. Процентное содержание массы лапника (тонких ветвей диаметром менее 1 см) в общей фитомассе древостоя увеличивается с ухудшением условий экотопа (т. е. с изменением местоположения ниже по склону).

Из приведенных данных видно, что запасы древесной зелени в древостое горных темно-хвойных лесов Среднего Урала достаточно велики и их комплексное и рациональное использование позволило бы заметно улучшить кормовую базу животноводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Алесенков Ю. М. К оценке продуктивности типов темнохвойных лесов Среднего Урала // Проблемы продовольственного и кормового использования недревесных и второстепенных лесных ресурсов. Красноярск, 1983. С. 16—21.

2. Зубарева Р. С., Горячев В. М. Термический режим темнохвойных лесов Среднего Урала как лесообразующий фактор // Роль экологических факторов в лесообразовательном процессе на Урале. Свердловск, 1981. С. 3—16.

3. Зубарева Р. С., Горячев В. М., Кузнецова Г. Н. Сезонная динамика почвенной влажности темнохвойных горных южнотаежных лесов Среднего Урала // Темнохвойные леса Среднего Урала. Свердловск, 1979. С. 97—121.

4. Уткин А. И. Биологическая продуктивность лесов // Лесоведение и лесоводство. М.: Изд. ВИНИТИ, 1975. Т. 1. С. 9—189.

5. Шевелев Н. Н. Перехват вертикальных и горизонтальных осадков древесным пологом в темнохвойных горных лесах Висимского заповедника // Информационные материалы Средне-Уральского горно-лесного биогеоценологического стационара. Свердловск, 1975. С. 14—19.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Ю. Г. КРАСУСКИЙ, Г. И. ТАРШИС,
О. А. ДОЩЕННИКОВА, В. С. СЕДИНКИН

НЕКОТОРЫЕ ИТОГИ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОГЕНЕЗА И ПРОДУКТИВНОСТИ ЯРОВЫХ ЯЧМЕНЯ И ПШЕНИЦЫ НА СРЕДНЕМ УРАЛЕ

В условиях полевого опыта в течение двух вегетационных периодов мы изучали влияние уровня плодородия почвы на рост, развитие и продуктивность яровых зерновых культур: сортов пшеницы «Аркас» и ячменя — «Суви», «Торос», «Луч». На опытном поле совхоза «Бородулинский» в 1982 г. были выделены три участка, различающиеся по уровню плодородия почвы благодаря внесению различных доз органических удобрений по схеме, разработанной заслуженным агрономом РСФСР канд. с.-х. наук Ю. Г. Красуским. На 1-й участок (контрольный) органические удобрения не вносили в течение последних 20 лет; на 2-й (среднего уровня плодородия) внесен торф (300 т/га) и запахана зеленая масса однолетних трав; на 3-м (высокого уровня плодородия) помимо мероприятий, проведенных на 2-м участке, внесен торфопометный компост (250 т/га).

Несмотря на значительные различия метеорологических условий в вегетационные периоды 1985, 1986 гг., в прохождении этапов органогенеза у пшеницы и ячменя выявлены четкие закономерности. В частности, установлено, что высокие дозы органических удобрений замедляют процессы развития яровых культур, увеличивая при этом продолжительность отдельных этапов органогенеза и всего периода вегетации. Исследования показали, что длительность периода вегетации среднеспелого сорта «Аркас» в значительной степени зависит от скорости прохождения IX—XI этапов органогенеза. Установлено, что у ячменя наиболее скороспелым оказался шестирядный сорт «Суви». Его скороспелость связана с более интенсивным прохождением II—IV и X—XI этапов органогенеза. Применение органических удобрений усиливает кущение всех сортов зерновых. Это приводит в конечном итоге к увеличению их продуктивности. Так, доля участия боковых побегов на высоком фоне питания у пшеницы возрастает на 20, у ячменя (в зависимости от сорта) — на 20—40 %. Внесение органических удобрений значительно влияет и на динамику нарастания листовой поверхности: уско-

Элементы структуры урожая и расчетная урожайность зерна трех сортов ярового ячменя (ср. знач. за 1985, 1986 гг.)

Сорт	№ участка	Продуктивная кустистость	Озерненность колоса, шт.	Масса 1 тыс. зерен, г	Расчетная урожайность, ц/га
«Суви»	1	1,20	29,4	30,1	42,8
	2	1,18	27,0	28,9	39,2
	3	1,34	35,5	35,4	52,4
«Торос»	1	1,22	15,2	47,4	39,2
	2	1,46	17,2	44,0	45,3
	3	1,25	19,1	40,4	43,0
«Луч»	1	1,34	21,4	33,8	38,8
	2	1,66	18,6	31,0	40,2
	3	1,61	19,7	36,4	41,4

ряет темпы нарастания, способствует достижению больших значений ассимилирующей поверхности и увеличивает длительность ее функционирования. Средние значения индекса листовой поверхности у ячменя были наиболее велики на участках с высоким и средним уровнями органики, $м^2/м^2$:3,19 и 2,46 (на контроле 1,91) — у сорта «Суви»; 4,09 и 3,07 (на контроле 2,79) — у «Тороса»; 3,21 и 2,58 (на контроле 1,94) — у «Луча». Фотосинтетический потенциал пшеницы, выращенной на 1-м и 3-м участках, составил 806,4 и 1353,3 тыс. $м^2$/га·дн соответственно. Значения относительной облиственности ярового ячменя на начальных стадиях их развития (V этап органогенеза) — довольно четкие показатели при прогнозировании урожайности зерна.

Результаты двухлетних опытов свидетельствуют о том, что применение органических удобрений способствует снижению степени редукции цветков в колосе, приводя к повышению озерненности колоса. У пшеницы показатель реализации зерновой продуктивности (по отношению к IX этапу органогенеза) составил 67,0 и 74,0 % соответственно на контрольном и высоком агрофонах. Максимальная озерненность колоса главного стебля — 23 и 24 шт. (на этих же агрофонах). Значения средней озерненности колоса ячменя подтверждают целесообразность применения органики в целях получения более озерненных колосьев. Наибольшее количество зерен в колосе «Суви» и «Тороса» — на участке с высоким фоном питания (см. таблицу).

Положительное влияние высоких доз органических удобрений на накопление массы зерновок зачастую нивелируется неблагоприятными метеорологическими условиями во время прохождения растениями X—XI этапов. Расчетная урожайность зерна по обеим культурам подтверждает целесообразность применения испытанных доз органических удобрений. У всех сортов ячменя высокая урожайность получена на 2, 3-м участках, при-

чем «Суви» (в отличие от других сортов) реагирует большей прибавкой только на самые высокие дозы органики. У пшеницы урожайность выше на 3-м участке (35,2 ц/га), чем на контроле (32,8 ц/га).

Таким образом, исследования показали целесообразность применения на Среднем Урале высоких доз органических удобрений на посевах яровых зерновых культур. Выявлен характер сортовых реакций ячменя на дозы органических удобрений. Установлено, что в целях получения максимальной продуктивности пшеницы среднеспелого сорта «Аркас» в условиях короткого периода вегетации на Среднем Урале необходимо сочетание высоких доз органических удобрений с ранним сроком сева.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Л. В. МОИСЕЕВА

ДЕКАПИТАЦИЯ — МЕТОД УПРАВЛЕНИЯ ФОРМОЙ И ПРОДУКТИВНОСТЬЮ РАСТЕНИЙ

Наиболее ощутимые перемены в производстве продуктов питания ожидаются от разработки эффективных методов управления наследственностью живых организмов. Однако остаются далеко не исчерпанными возможности управления ростом растений (путем удаления ингибирующей зоны, т. е. декапитации), их габитусом и продуктивностью (не изменяя генотипа), количественным и качественным составом растений.

Растительный организм — сложная биологическая саморегулирующаяся система, характеризующаяся чрезвычайно сложным взаимодействием отдельных частей и органов, координацией функций. В ходе онтогенеза установлена коррелятивная зависимость между надземными и подземными органами, листьями разных ярусов, вегетативными и репродуктивными органами, главным и боковым побегами, верхушечной и пазушными почками. Особенно ярко это проявляется в развитии форм организмов. Форма представляет собой наблюдаемое выражение саморегулирующегося равновесия, которое достигается в развитии и восстанавливается в случае его нарушения [3].

Главный центр организации и гормональной активности — верхушечная почка побега, в частности — терминальная (при моноподиальном апикальном и симподиальном монохазиальном нарастании). Пазушные почки находятся в состоянии коррелятивного торможения и характеризуются высоким содержанием ингибиторов роста. Это явление носит название апикального доминирования. От степени его проявления зависит характер ветвления растений. Различают апикальный и аксиллярный типы ветвления. Листостебельному побегу присуще пазушное (аксиллярное) ветвление, которое формируется на разных гистологических основах.

Мы занимались исследованием апикального доминирования, и выводы наши касаются лишь аксиллярного типа ветвления побегов двудольных растений [2]. Известны различные типы гистогенеза пазушного ветвления, которые обусловливают различия в потенции к морфогенезу. У однолетнего побега это проявляется в онтогенетической метамерной изменчивости, которая

является отражением особенностей биологии развития растений. Метамеры вдоль материнской оси различают по срокам и типам гистогенеза пазушного ветвления, которое обусловливают различным уровнем развития кроющего листа и разным этапом роста побега. Тип гистогенеза воздействует на потенциальные возможности морфогенеза боковых побегов. В онтогенезе побега соответственно периодам апикального нарастания формируются определенные циклы материалов (они оставляют морфогенетические зоны побега).

Таким образом, в верхушечной почке создается вся морфогенетическая система растения, определяются последовательность и координация онтогенеза и ветвления побегов. Апикальное доминирование у одних растений полностью подавляет рост пазушных почек (ярко выраженное апикальное доминирование — АД), у других — регулирует скорость побегов и дифференциацию боковых почек. Известно, что высокая скорость роста боковых побегов у одних является предпосылкой для репродуктивного развития (слабо выраженное АД), у других — регулирует направление роста боковых побегов. Можно предположить различные последствия удаления центра организации (декапитации, т. е. удаления верхушечной почки растения вместе с молодыми листьями — ингибирующей зоны побега). В связи с этим меняется направленность обмена веществ, существенно улучшаются трофические и гормональные связи пазушных почек с другими органами, что обеспечивает реализацию потенциальных возможностей морфогенеза боковых побегов. Однако зачатки пазушных почек разного ранга (местоположение на побеге) имеют определенную разницу в потенции к морфогенезу, что обусловливает различия в относительном развитии пазушных почек в онтогенезе в отсутствии апикального доминирования.

В результате декапитации наблюдали акропетальную стимуляцию верхней боковой пазушной почки (или расположенной на один ярус ниже). Побег из этой почки становится лидирующим и заменяет главную ось. Причины его образования те же, что и при симподиальном нарастании систем побегов: акропетальная стимуляция почечного роста в связи с накоплением веществ, необходимых для роста на апикальном конце в силу полярности. Преимущественное развитие почки, расположенной на ярус ниже, встречается в том случае, когда верхний (более молодой) лист оказывает ингибирующее влияние на свою пазушную почку, а нижележащий (более развитый) уже обнаруживает стимулирующую корреляцию на рост почки. Таким образом, развитие первой или второй почек определяется степенью зрелости кроющего листа, а закономерность дальнейшего роста и взаимодействия оставшихся на побеге пазушных почек — деятельностью оси, степенью проявления АД до удаления верхушки.

В целом декапитация индуцирует пробуждение пазушных почек у большинства изученных растений в базипетальной по-

следовательности. По мере удаления от места декапитации пазушные почки позднее включаются в рост. Боковые побеги (на главном побеге) составляют закономерный морфогенетический ряд с преобладанием роста в акропетальной последовательности. Декапитация ускоряет смыкание проводящих систем пазушных почек и материнской оси, ускоряет рост имеющихся пазушных побегов, стебля в толщину за счет увеличения количества клеток ксилемы и растяжения клеток первичной коры.

В процессе роста пазушных почек после декапитации наблюдали четыре этапа: I — остаточное торможение (по продолжительности он может быть коротким — 1—3 дня, средним — 4—6, длинным — более 6 дней); II — начальный рост почек; III — установление контакта проводящих систем почек со стеблем; IV — интенсивный рост. Эти этапы выделены нами по двум критериям: по чувствительности почек к фитогормонам на разных этапах роста и по сопряженности процессов роста почек и установлению связи их проводящих систем с материнской.

На основании полученных данных сделан вывод о наличии механизмов регуляции АД у растений с разной степенью его проявления. У одних оно обусловлено задержкой роста и развития пазушных почек и проводящих систем на I и II этапах (у растений с ярко выраженным АД). У других оно выражено в задержке роста пазушных почек на III этапе (когда при наличии развитой проводящей системы пазушной почки и ее связи с материнским побегом дальнейший рост почки отсутствует). Последний наблюдается у растений со слабо выраженным АД.

Между развивающимися побегами прослеживаются новые корреляции, связанные с доминированием верхних и подавлением нижних пазушных побегов (о чем свидетельствует показатель коррелятивного ингибирования СИ, предложенный нами для расчетов). Различия в интенсивности роста пазушных почек вдоль стебля вызваны также градиентом торможения, который возрастает в базипетальной последовательности. Рост почек, расположенных в пазухах супротивных листьев, контролируется апикальным доминированием и коррелятивным действием доминирующего побега, расположенного в том же узле. Экспериментальным путем выявлены потенциальные возможности роста, развития и дифференциации почек и побегов, расположенных в разных морфогенетических зонах главного побега после декапитации. Установлено, что рост боковой почки зависит от числа доминирующих над ней пазушных почек и местоположения в той или иной зоне побега.

Среди изученных 40 видов и сортов растений были такие как морковь «Шантане-2461», свекла «Бордо-237», шпинат «Виктория», томаты «Невские», огурцы «Неросимые» и «Алтайские ранние-166», горох «Превосходный», лен посевной «Авангард», конопля посевная, клещевина обыкновенная. Растения имели различную степень проявления апикального доминирования и

особенности органообразовательных процессов. Одна группа растений — с завершенным циклом органогенеза терминальной почки побега первого порядка и симподиальным монохазиальным нарастанием (томаты, морковь, свекла, редис, шпинат, лен, конопля). Другая характеризуется незавершенным циклом органогенеза (верхушечная почка главного побега до конца вегетации остается на II этапе органогенеза) и моноподиальным нарастанием системы побегов (огурцы, горох, бобы, соя, клещевина и др.). Боковые почки второго порядка, которые закладываются в пазухах листьев на главном побеге, двух типов: вегетативные и генеративные. Растения различались также скоростью прохождения этапов органогенеза.

У двухлетних монокарпиков (моркови, свеклы, редиса) I—II этапы органогенеза продолжаются в течение первого года жизни. У однолетних (шпината, томата, льна, конопли) II этап органогенеза сравнительно короткий. В зависимости от его продолжительности и интенсивности метамерного роста вегетативных органов находятся степень и характер ветвления главной оси и боковых побегов, т. е. габитус жизненной формы. В целях практического использования установлены оптимальный уровень и сроки декапитации растений, определяющие не только количество пазушных побегов, их развитие, но и развитие, рост корнеплодов и оставшихся на побеге листьев.

У корнеплодов свеклы, моркови, редиса на II этапе органогенеза идут процессы роста листьев, формирования корнеплода и закладки боковых почек в пазухах листьев. Они проходят параллельно с различной скоростью, обусловливая определенные соотношения между ассимилирующими листьями, запасающими органами и боковыми почками. Декапитация над 4,7 и 11-м листьями показала, что поздние сроки ее проведения задерживают образование боковых побегов, а значительная листовая поверхность (11 развитых листьев) активнее формирует корнеплод. У декапитированных растений свеклы «Бордо-237» возросла масса корнеплода на 11 %, увеличились диаметр и длина корнеплода моркови «Шантане-2461» по сравнению с контрольными растениями. Ранние сроки декапитации ускоряют образование пазушных побегов, усиливают заложение боковых почек, которые на следующий год дают не один главный побег, а два — четыре — основу ветвления будущего семенного растения.

У шпината «Виктория» к концу II этапа органогенеза образуются акропетально три зоны ветвления. В нижней части стебля боковые почки слаборазвитые, в средней — с развитыми облиственными побегами, в верхней — с укороченными генеративными побегами. Техническая спелость шпината и время уборки наступают через 25—32 дня после появления всходов. Выращивание растений в условиях изменяющегося дня приводит к ускорению развития, увеличению числа мужских особей шпината. Это ухуд-

шает качество листьев. Декапитация побегов с наступлением IV этапа развития приводит к увеличению массы листьев розетки, продляет сроки технической спелости. Декапитация над 6—7-м листьями ведет к пробуждению и росту 3—4-пазушных побегов. Нижние почки не трогаются в рост. За счет боковых побегов увеличивается общая листовая поверхность.

Выращивание шпината в условиях короткого дня (12 ч) приводило к задержке генеративного развития растений, увеличению количества зрелых листьев на главном розеточном побеге (сырая масса возросла в 7,5 раза). Декапитация в условиях короткого дня увеличивает образование пазушных вегетативных побегов и их сырую массу с 4,8 до 11,3 г; в условиях длинного дня — до 16,6 г (по сравнению с контролем).

У однолетних монокарпических растений томатов «Невские» разные темпы органогенеза и роста почек в нижней, средней и верхней частях главного стебля. Симподиальное нарастание сменяет моноподиальное после начала ветвления верхушечного соцветия (в пазухе 8-го метамера), что дает толчок к развитию пазушных почек и в свою очередь ослабляет побег замещения. В этот период садоводы применяют пасынкование в целях создания благоприятных условий для роста побега замещения. У индетерминантных сортов (с ограниченным ростом) образуются две-три оси замещения и два боковых побега. У культурных индетерминантных сортов нижние побеги закладываются и развиваются медленно (как и главный стебель).

Декапитация побегов над 7-м листом приводит к образованию растения с тремя-четырьмя побегами с укороченными циклами развития боковых побегов. Это уменьшает разрыв между образованием соцветия главной оси и развитием боковых побегов [1]. Ветвление у индетерминантных сортов томатов в результате декапитации обнаруживает продолжительное цветение. В результате декапитации формируется сложная система побегов, создающая огромные потенциальные возможности плодоношения и семенной продуктивности.

Огурцы «Неросимые» и «Алтайские ранние-166» декапитируют над семядолями, формируя двупобеговые системы, над 1, 6-м листьями. В результате декапитации в пазухах семядолей и первых листьев образуются пазушные побеги. Первыми распускаются тычиночные цветки, затем пестичные. Последовательность распускания акропетальная. Побег под местом декапитации принимает лидирующее положение в системе побегов и замещает главный. При этом листья пазушного побега более крупные, в их пазухах образуются побеги третьего порядка, на которых расположено больше пестичных цветков. В верхней части стебля продолжается закладка пазушных побегов. Отношение пестичных цветков к тычиночным в этот период 7 : 5, при этом развивается одновременно шесть плодов.

Декапитация — способ познания явления АД и один из спо-

собов регуляции и управления формой растений. В практике растениеводства давно известны такие приемы, как прищипка, пасынкование, обрезка и другие, возникающие стихийно. Метод декапитации включает систему перечисленных приемов, которыми он не исчерпывается. Кроме того, эти приемы использовали недостаточно эффективно, без научного обоснования.

Декапитация как метод управления формой и продуктивностью перспективна. Она не изменяет качественный и гормональный состав растений, не нарушает генотипы. Обеспечивает образование двух и более (до 15) боковых побегов у неветвящихся растений, временную задержку развития сразу после декапитации, задержку начала цветения (при увеличении его общей продолжительности), одновременное обильное цветение; увеличение в 1,5—2,5 раза цветков, плодов, семян и массы корнеплодов в (3,8 раза — у редиса), усиление заложения почек в зоне возобновления у многолетних корневищных растений на 50 % и развитие их на следующий год, получение большей биомассы листьев нужного качества и задержку их старения, увеличение толщины стебля за счет развития его проводящих тканей (ксилемы). Все это важно для практики растениеводства и достигается без дополнительных материальных затрат путем известных приемов снятия апикального доминирования у растений. Дальнейшее изучение законов регуляции апикального доминирования — актуальная задача не только теории, но и практики растениеводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Киршин И. К., Моисеева Л. В. Влияние кинетипа на апикальное доминирование у томатов // Физиология и биохимия культ. растений. Киев, 1977. Т. 9, вып. 5. С. 532—538.

2. Моисеева Л. В. Явление апикального доминирования у некоторых травянистых растений // Онтогенез травянистых поликарпических растений. Свердловск, 1976. С. 103—119.

3. Сабинин Д. А. Физиология развития растений. М.: Изд-во АН СССР, 1963. 240 с.

АКАДЕМИЯ НАУК СССР · УРАЛЬСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ · 1990

Р. А. ПШЕНИЧНОВ, Н. М. НИКИТИНА

УСКОРЕННЫЙ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МЕТОД РЕКУЛЬТИВАЦИИ ШАХТНЫХ ОТВАЛОВ

Нерациональное природопользование, нарушение почвенного и растительного покрова земли, формирование промышленно измененных биогеоценозов (в том числе шахтных отвалов) — нередкое, но вовсе не обязательное следствие развития цивилизации. В СССР площадь промышленно измененных земель стабилизирована. В последние годы, принимаются меры к ее снижению. При открытой и шахтной добыче полезных ископаемых не всегда удавалось сохранить плодородный почвенный слой. Его необходимо восстанавливать. Существует много нетрадиционных методов рекультивации, один из них — ускоренный микробный способ рекультивации шахтных отвалов, разработанной совместно Пермским филиалом «ВНИИОСуголь» и ИЭГМ АН СССР. Обязательный его этап — системная инокуляция сравнительно большого количества почвенных бактерий. Исследования вели в течение пяти лет, в результате которых выработаны пути для решения этой проблемы.

На основе углубленного изучения физиологии, биохимии, обмена веществ и биотехнологии ряда почвенных бактерий (*Azotobacter chroococcum Bac. megaterium*) разработали эффективные способы их культивирования, обеспечивающего наиболее рациональные (для конкретных условий) пути воссоздания сверхплотных популяций. На их основе создали полупроизводственные партии стабильных препаратов, эффективных для микробной рекультивации. Подобные работы проводились раньше (1926—1958 гг.) по культивированию свободноживущих азотофиксаторов на плотных средах Эшби и в жидкой среде с аэрированием, где за двое суток были получены культуры с концентрацией до 0,32 г сухой биомассы в 1 л среды [1,11]. В концепции аутометаболической регуляции развития бактериальных популяций, предлагаемой Р. А. Пшеничновым, резервами такой технологии служили: подбор штаммов, использование сбалансированной (утилизируемой по основным компонентам, обогащенной биостимуляторами роста) питательной среды, применение более совершенных режимов выращивания и способов стабилизации препаратов. Указанные направления разработаны нами

применительно как к условиям относительно крупного централизованного производства, так и для возможного локального (на базе мелких приспособленных лабораторий) выпуска этих биопрепаратов.

В работе применяли эталонные и местные штаммы (*Azotobacter chroococcum* ВКМВ-888, *Bacillus megaterium*). Последние были выделены и идентифицированы Пермским филиалом «ВНИИООСуголь», переданы нам и поддерживались регулярными пересевами на средах Эшби и МПА. Продуктивность популяции — функция качества среды обитания, реализуемого фенотипически, поэтому внимание уделяли контролю, коррекции основных физико-химических условий выращивания. При этом учитывали, что указанные характеристики могут быть видо- и штаммоспецифическими.

После первых опытов, выполненных по описанной в литературе методике — культивированию в колбах на стандартных средах (без постоянного перемешивания и аэрации при азотфиксации или утилизации аммонийного азота для получения исходных — фоновых — значений роста), эксперименты были перенесены на аппараты АНКУМ-2 и АК-3. Последние конструктивно рассчитаны на воспроизведение выращивания при резких температурах, моделирование режимов аэрации (массообмена с одновременной автоматической регистрацией этих и других параметров), что позволяет экспериментально обосновать и реализовать оптимальные условия культивирования того или иного вида штамма микроорганизмов.

Улучшение состава питательной среды вели в направлении осуществления дробной подачи субстрата, большего соответствия химического состава клеток и среды, полноты утилизации основных компонентов и возможного добавления в среду биогенных стимуляторов внеклеточных метаболитов одновидовых культур [2, 3, 5—7, 10]. В части опытов для лучшей подготовки культур азотофиксаторов к функционированию в природных условиях на заключительном этапе выращивания переключали ферментные системы клеток от утилизации аммонийного азота к фиксации азота воздуха (см. таблицу). Экспериментально подобранный режим культивирования азотофиксаторов в аппарате АНКУМ-2 с полезным объемом ферментера до 3—10 л включал использование сбалансированной среды с содержанием на 1 л, г/л: K_2HPO_4 — 1; $MnSO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,8; глюкозы — 10,0; $FeSO_4 \cdot 7H_2O$ — 0,001 с добавкой комплекса микроэлементов $CaCl_2$ — 0,005; $NaMoO_4 \cdot 2H_2O$ — 0,001; $ZnSO_4 \cdot 6H_2O$ — 0,001; $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ — 0,0008; $MnSO_4 \cdot 5H_2O$ — 0,0001; $CoCl_2 \cdot H_2O$ — 0,0005, обогащенных фильтратами одновидовых культур до 50 % от общего объема среды [4, 8, 9]; термостатирование при 28 °С, оксистатирование — 10 % pO_2, постоянное перемешивание со скоростью 800 об/мин, pH — статирование при 7,2. В этих условиях достигнуты накопление биомассы азотфиксатора —

Основные этапы оптимизации режима наращивания биомассы азотобактера в жидкой питательной среде

Условия культивирования	Биомасса, г/л АСВ	Продуктивность, г·ч/л АСВ	Экономическая эффективность, г/л $Г_{угл}$ АСВ
Колба (без перемещения и аэрации, объем среды — 100 мл, синт. минер. среда с добавл. NH_4Cl; глюкозы — 20 г/л; Т 28 °С) . .	0,21 *	0,002	0,015
АНКУМ (аэрация+перемешивание; синт. минер. среда; азотофиксация: глюкозы — 2,5 г/л; Т 23 °С) . . .	0,20	0,008	0,080
АНКУМ (аэрация+перемешивание; синт. минер. среда+микроэл. (Со, Мо, Са); дробная подача глюкозы)	14,0	0,16	0,030
АНКУМ (аэрация+перемешивание; синт. минер. среда; азотофиксация; глюкозы — 10 г/л; Т 23 °С	3,60	0,08	0,240
АНКУМ (аэрация+перемешивание; сбаланс. минер. среда с добавл. микроэл. (Со, Мп, Мо, Са), глюкозы — 14 г/л; Т 28 °С	6,2	0,25	0,440
АНКУМ (аэрация+перемешивание; сбаланс. минер. среда с добавл. микроэл. дробная подача глюкозы; оксистат — 10 %; Т 28 °С)	16,3	0,40	0,300
АНКУМ (аэрация+перемешивание; оксистата — 10 %; аминокислоты + сбаланс. питат. среда; глюкозы — 20 г/л; Т 28 °С)	10,0	0,50	0,330
АНКУМ (аэрация+перемешивание; оксистата — 10 %; сбаланс. питат. среда+ +культур. жидкость 1 : 1) глюкозы — 20 г/л; Т 28 °С)	10,0	0,50	0,500
АНКУМ (аэрация+перемешивание; оксистата — 10 %; сбаланс. питат. среда+ +культур. жидкость 1 : 1); дробная подача глюкозы; Т 28 °С)	60,0 **	1,60	0,700

* Исходный фон — точка отсчета.
** Рекомендуемые условия.

60 г/л (вместо 0,21 в колбах на стандартной среде), продуктивность — 1,6 г/ч, экономическая эффективность — 0,7 г АСВ/г.

Для другого вида почвенных бактерий (*Bacillus megaterium*) нами рекомендован состав среды, г/л, где Na_2HPO_4 — 0,26; NH_4Cl — 1,2; KCl — 0,23; $MgSO_4 \cdot 5H_2O$ — 0,015; $CoCl_2 \cdot 6H_2O$ — 0,01; глюкозы — 15; цитрата натрия — 5 (без включения одновидовых аутометаболитов); pH 7 и исходный режим культивирования с оксистатированием 80 % pO_2 при T 28 °C. В этих условиях накопление биомассы за 14—16 ч культивирования достигало 14 г/л, продуктивность — 0,6 г/ч, а эффективность использования субстрата (глюкозы) — 0,6 г АВС/г (что вполне обеспечивало потребности рекультивационных работ).

Полученные жидкие культуры имели ограниченный срок годности и были мало пригодны для длительного хранения и транспортировки. Один из возможных выходов — производство жидких культур в месте их применения (на базе неспециализированных ведомственных лабораторий общего профиля). С этой целью в нашей лаборатории была разработана и реализована схема транспортируемого автономного ферментера (с полезным объемом 30 л), предусматривающего стерилизацию ферментера с залитой средой, воспроизведение периодического и проточного режимов культивирования с термостатированием, аэрацией, постоянным массообменом, автоматической регистрацией основных параметров роста к дозированной подаче компонентов среды. Временно смонтированный на базе одной из контрольных лабораторий Кизеловского ПО он позволил, получать культуры азотофиксирующих бактерий с плотностью 10 г АСВ/л и обеспечил проведение там рекультивационных работ.

Другой, по нашему мнению, экономичный и доступный способ локальной наработки биомассы — культивирование азотфиксаторов на плотных средах. Используя описанный агаризированный вариант модифицированной среды, мы получили чистые концентрированные культуры с урожаем $2{,}5 \cdot 10^{10}$ кл/см^2 жизнеспособных клеток, вполне пригодных для рекультивационных работ. Нет сомнений в том, что наиболее верное решение — изготовление и выпуск лиофилизированных препаратов, которые максимально отвечают требованиям постоянного ритмичного производства, удобны при хранении, транспортировке и имеют продолжительный срок годности. Однако свободные азотфиксаторы относятся к термолабильным микроорганизмам. Они весьма чувствительны к перепаду температур. При обычных режимах выживаемость их после сушки не выше 0,2—13 % [5].

Существует мнение, что отрицательное влияние резких перепадов температур, давления, влажности, характерных для процесса лиофилизации и ресуспензирования, можно в значительной мере уменьшить за счет подбора состава защитных сред, режима лиофилизации, типа криоконсерванта. Эти параметры присущи разным видам клеток. Исходя из этой общей концеп-

ции мы испытали разного состава наполнители, режимы сушки, условия ресуспензирования. Рекомендуем использовать в качестве стабилизатора стерильное обезжиренное молоко с 7 % сахарозы, применять режим лиофилизации с предварительным охлаждением препарата до —50 °С с прогревом полок в течение 7—9 ч до 30 °С, продукта — до 0 °С и с последующим удалением остаточной влаги в течение 10 ч повышением температуры полок до 50 °С, продукта — до 25 °С. Снятие вакуума сопровождается заполнением флаконов стерильным инертным газом с последующей их герметизацией: ресуспензирование сухих культур целесообразно проводить при помощи постепенного добавления стерильного коллоидного раствора типа 8 %-ного желатиноля или 10 %-ной желатозы.

Реализация указанной технологии позволяет получить препараты с содержанием живых клеток до 70 % (вместо 5—13). Срок годности их — от 6 до 12 мес. Полученные концентрированные образцы сухих препаратов двух видов почвенных микробов (вместе с технологической документацией на их производство) были переданы в Пермский филиал «ВНИИООСуголь» и с успехом использованы для рекультивации шахтных отвалов в ПО «Кизелуголь», «Средазуголь». Предложенный способ отмечен золотой медалью ВДНХ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Доросинский Л. М., Ламповщиков Т. К., Сурман К. И. Выращивание азотобактерий глубинным способом // Тр. ВНИИ с.-х. микробиологии. М., 1953. Т. XIII. С. 60—62.
2. Зиновьева Х. Г. Взаимоотношение азотобактера с высшими растениями: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. Киев, 1960.
3. Мишустин Е. Н., Шильников В. К. Биологическая фиксация молекулярного азота. М.: Наука, 1968. 531 с.
4. Пшеничнов Р. А., Никитина Н. М. Разработка интенсивной технологии культивирования ряда почвенных бактерий для ускоренной рекультивации шахтных отвалов // Микроорганизмы в сельском хозяйстве. М., 1986. С. 100—130.
5. Рубенчик Л. И. Азотобактер и его применение в сельском хозяйстве. Киев: Изд-во АН УССР, 1960. 296 с.
6. Сандрак Н. А. О влиянии фильтров культуральной жидкости *Az. agile* и *Az. vinelandii* на фиксацию атмосферного азота // Микробиология. 1962. Т. XXXI, вып. 5. С. 800—803.
7. Сандрак Н. А. Влияние внеклеточных выделений азотобактера на другие микроорганизмы // Там же. 1971. Т. X, вып. 4. С. 691—694.
8. Сафронова Н. М. Получение концентрированной биомассы некоторых видов почвенных бактерий, используемых для рекультивации шахтных отвалов // Достижения микробиологии — практике. Алма-Ата, 1985. Т. 6. С. 166.
9. Сафронова Н. М. Исследование пищевых потребностей азотобактера с целью повышения урожая клеток // Экология и популяционная генетика микроорганизмов. Свердловск, 1987. С. 13—18.
10. Трутко С. М., Меденцев А. Г., Коробов В. П., Акименко В. К. Цианрезистентное дыхание бактерий и его взаимосвязь с избыточным синтезом метаболитов // Микробиология. 1984. Т. 53, вып. 1. С. 24—27.
11. Шелоумова А. М. Азотоген. Л.: Огиз-Сельгиз, 1938. 150 с.

В. П. МАМИНА, П. И. ЛАВИН, В. К. СЛОБОДЕНЮК

ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РАСТИТЕЛЬНЫХ ЭКСТРАКТОВ ТИПА «ЭРАКОНД» В ПРОМЫШЛЕННОМ ЖИВОТНОВОДСТВЕ

Перевод отечественного животноводства на промышленную основу, осуществляемый в последнее время, продемонстрировал преимущества индустриальных методов производства в сельском хозяйстве. Достаточно сказать, что в 1980—1983 гг. число хозяйств, применяющих поточную технологию в свиноводстве, увеличилось в 17 раз, а поголовье свиней в них составляет 57% от общего количества [4]. Особенностью промышленной технологии выращивания сельскохозяйственных животных является устранение и редукция естественных условий и компонентов среды (высокой плотности посадки, замкнутости пространства, адинамии, отсутствия естественного освещения, необеспеченности адекватным питанием и др.) [5, 6, 9, 10] — всего того, что приводит к снижению жизнеспособности, уменьшению темпов роста, стрессу, нарушению воспроизводительной функции.

Для достижения оптимальной технологии содержания животных необходимы воздействия, компенсирующие отсутствие естественных компонентов среды, снижающие эффект действия неблагоприятных факторов. Отчасти эта задача решается с помощью проведения зоогигиенических мероприятий, добавления в рацион питания кормовых добавок. Наряду с этим производство животноводческой продукции на промышленной основе рассчитано на разведение высокопродуктивных животных, в связи с чем появляется необходимость применения биологически активных веществ (БАВ) [8]. Однако использование имеющихся БАВ для откорма и выращивания животных в индустриальной технологии имеет свои ограничения. Во многих странах не разрешено использовать гормональные анаболические препараты [3], а применение антиоксидантов как добавок к корму еще не получило достаточного научного обоснования [11]. Применение наиболее изученных БАВ — антибиотиков — часто сопровождается побочным действием, выраженным в аллергических реакциях у животных. Следует отметить, что эффективность действия антибиотиков при постоянном их использовании постепенно снижается из-за появления резистентных форм возбудителей инфекций [11].

Вероятно, один из перспективных путей оптимизации технологии выращивания сельскохозяйственных животных в условиях промышленного комплекса (наряду с зоогигиеническими мероприятиями и автоматизацией производства) — применение веществ, получаемых в виде конденсированных экстрактов из растительного материала — препаратов «эраконд».

Исследование биохимического состава, содержания химических элементов в структуре эракондов по физико-химическим показателям не дает оснований строго идентифицировать принадлежность этих веществ к какому-либо классу соединений. Вещества такого рода классифицируются [2] как смесь химических соединений с неустановленной структурой, применяемая на практике и получаемая непосредственно из природного источника или в результате некоторых технологических операций (например, экстракты из лекарственных растений с неизвестным активным началом). Учитывая технологические особенности приготовления растительных конденсированных экстрактов, можно предположить, что препараты типа «эраконд» — продукт трансформации комплекса органических веществ растительного материала. Общность законов превращения мертвых остатков живого вещества биосферы дает основание считать, что природными аналогами «эраконда» могут быть гумусовые вещества.

Основой процесса гумификации служит превращение продуктов распада растительных остатков (через конденсацию и полимеризацию) в сложные коллоидные системы [7]. Обязательный компонент этих систем — минеральная составляющая. В зависимости от условий, в которых протекает процесс гумификации, состава минеральной части органических остатков формируются структуры с той или иной степенью гетерогенности [1]. Такая характеристика процесса образования, состава и условий формирования гумусовых веществ соответствует условиям получения препаратов «эраконд». Обращает на себя внимание тот факт, что они, как и гуминовые кислоты, образуют агрегированные сферочастицы, лишь более крупных размеров. Гумусовые вещества и препараты «эраконд» идентичны в своем действии на живые организмы. Например, эти вещества в малых дозах способствуют повышению интенсивности дыхания, интенсификации роста растительного организма, влияют на процессы дифференцировки [7]. Препараты «эраконд» также влияют на уровень метаболических процессов у животных, на репарацию. С их помощью организм адаптируется к условиям среды, поддерживается гомеостаз.

В экспериментах на животных (белых беспородных мышах) установлено, что через 24 ч после введения препарата с пищей интенсивность дыхания возрастает до 20 % по отношению к скорости потребления кислорода у контрольных животных. Средняя величина потребления кислорода у опытных мышей (в течение 10 дней) была на 9—10 % выше, чем у контрольных. При

даче препарата (по определенной схеме) выявлен эффект стимулирования процессов роста животных. У мышей линии БАЛБ, взятых в опыт в трехнедельном возрасте, скорость роста была на 15—20 % выше по сравнению с контрольными животными. Препарат ослабляет действие стресс-факторов и повышает общую резистентность организма. Так, при переводе свиней на доращивание в условиях промышленного комплекса (когда резко меняются условия кормления, содержания) отход животных при использовании препарата «эраконд» снижается в 2 раза. Однопроцентный водный раствор препарата предотвращает рост бактерий, а в меньших концентрациях обладает бактериостатическим действием. У этого препарата есть и другие полезные свойства. Очевидно, полифункциональный характер его действия обусловлен специфической структурной организацией. Он безопасен в работе, не вызывает никаких побочных эффектов. По отношению к нормальным физиологическим дозам (5; 25 мг/кг), которые приводят к выраженному биологическому действию (увеличению скорости роста животных), превышение их в 10—50 раз не токсично для организма. При увеличении дозы в 600 раз у подопытных животных наблюдается резкое снижение массы. Они гибнут от истощения на 6-й день опыта.

Таким образом, препарат «эраконд» с его полифункциональным действием и малой токсичностью (а также сравнительно простое его получение) можно использовать в технологии промышленного животноводства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александрова Л. Н. Органическое вещество почвы и процессы его трансформации. Л.: Наука, 1980. 288 с.

2. Баренбойм Г. М., Маленков А. Г. Биологически активные вещества. Новые принципы поиска. М.: Наука, 1986. 363 с.

3. Журавель А. А. О перспективе развития эндокринологии в животноводстве // Применение эндокринных препаратов в животноводстве. М., 1969. С. 156—161.

4. Кабанов В. Д. Повышение продуктивности свиней. М.: Колос, 1983. 256 с.

5. Кабанов В. Д., Терентьева А. С. Породы свиней. М.: Агропромиздат, 1985. 220 с.

6. Козловский В. Г. Технология промышленного свиноводства. М.: Россельхозиздат, 1984. 334 с.

7. Кононова М. М. Органическое вещество почвы. М.: Наука, 1963. 214 с.

8. Мозгов И. Е. Фармакологические стимуляторы в животноводстве. М.: Колос, 1964. 368 с.

9. Уголев А. М. Эволюция пищеварения и принципы эволюции функций. Элементы современного функционализма. М.: Наука, 1985. 544 с.

10. Ульянова А. С., Долина Л. С. Эффективное использование кормов. М.: Колос, 1984. 80 с.

11. Эрготрофики: регуляторы обмена веществ и использование кормов сельскохозяйственными животными. М.: Агропромиздат, 1986. 344 с.

Л. А. ДОБРИНСКАЯ, Л. В. ЛУГАСЬКОВ

ИЗУЧЕНИЕ ЭКОЛОГИИ ПРОМЫСЛОВЫХ ВИДОВ РЫБ В ЦЕЛЯХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В НАРОДНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

Продовольственная проблема относится к числу глобальных. По имеющимся подсчетам, спрос на продовольствие во многих странах растет на 3,3 % в год (в то время как производство его увеличивается лишь на 2 %). И не случайно в данной ситуации один из важнейших продуктов питания — рыба. В мировом потреблении белка на ее долю приходится 6 %, а белка животного происхождения — 24 %. По расчетам ФАО (Международной комиссии по продовольственным вопросам) мировой улов рыбы к 2000 г. возрастет до 100 млн т — предельная норма (при современном уровне развития производительных сил). Следует отметить, что одна из пяти программ ФАО, принятых для оказания помощи развивающимся странам, направлена на развитие рыболовства для решения продовольственной проблемы. Объем ежегодных ассигнований на ее осуществление составляет более 1 млн руб.

В нашей стране потребление рыбы на душу населения достигло 18 кг в год, что почти соответствует норме, рекомендуемой Институтом питания Академии медицинских наук. Продовольственной программой предусмотрено увеличение потребления рыбы и рыбных продуктов до 19 кг. Однако в последние годы видовой состав добываемых рыб стал беднее, несмотря на некоторые успехи в океаническом рыболовстве. Поэтому особое внимание сейчас уделяется добыче рыбы во внутренних пресноводных водоемах, в которых преобладают ценные виды. Необходимо наиболее полно использовать рыбные ресурсы, не допуская при этом перелова, подрыва их запасов, чтобы обеспечить долговременное и эффективное их использование. В настоящее время начался (хотя и медленно) переход от простого регулирования рыбного промысла к управлению запасами живых ресурсов водных экосистем.

Первые шаги в этом направлении уже сделаны. Интенсивно ведутся исследования по изучению популяционной структуры и воспроизводству экономически ценных видов рыб, в частности, сиговых Обь-Иртышского бассейна. Уловы этих рыб в Тюмен-

ской области в последнее десятилетие довольно высокие — 50 % от всей добытой рыбы в РСФСР

Использование рыбных ресурсов Заполярья имеет большое народнохозяйственное значение. В Обь-Иртышском бассейне вылавливают свыше 70 % всей рыбы, добываемой на сибирских водоемах. Причем значительная ее часть — наиболее ценные виды. Сиговых здесь добывают больше, чем во всех остальных водоемах Сибири. Прекрасные вкусовые и пищевые качества мяса этой рыбы делают ее одним из самых деликатесных продуктов питания.

Хотя уловы рыбы относительно стабильны и ведутся на достаточно высоком уровне, структура популяций, динамика численности и в целом воспроизводство рыбы находятся в удовлетворительном состоянии, тем не менее систему регулирования рыболовства необходимо совершенствовать. Серьезное беспокойство вызывают усиление нефтяного загрязнения подпорных зон основных нерестовых притоков Нижней Оби, нерациональный сбор икры для рыбоводных целей в бассейне р. Северной Сосьвы, в отдельных притоках которой естественное выживание ее достигает 90 % [2, 3]. Пресноводные северные водоемы являются относительно простыми экосистемами с преобладанием сиговых, представленных главным образом медленно растущими видами: возраст созревания — от 4 до 10 лет, предельный — 20 лет, размножаются не каждый год, характеризуются низкой воспроизводительной способностью. Значительная часть энергии, поступающая в такие системы, идет на поддержание биомассы крупных особей и рыб старших возрастных групп [6].

Сукцессии в северных водоемах происходят под влиянием климатических факторов (стойких и длительных изменений температуры и водности) или человеческой деятельности (неправильного ведения рыболовства, создания водохранилищ, вселения новых видов и загрязнения). Усиление антропогенной нагрузки на водоемы Обь-Иртышского бассейна нарушает баланс круговорота веществ в воде. Следствие этого — снижение видового разнообразия в отдельных частях бассейна, обеднение и перестройка биоценозов, смена доминирующих форм.

Изучение структуры и эколого-биологических особенностей популяций хозяйственно ценных видов рыб дает возможность управлять их поведением, повышать адаптивные возможности и жизнеспособность молоди рыбоводных заводов в естественных условиях, определять оптимальные сроки ее выпуска в природные водоемы. Существует и другая проблема: необходимость создания биологических методов тестирования качества водной среды и уровня нагрузки загрязняющих веществ в рыбохозяйственных водоемах.

Большинство разделов научно-исследовательской работы лаборатории экологии рыб и группы ихтиологов Салехардского стационара Института экологии растений и животных УрО АН

СССР тесно переплетается с решением вопросов Продовольственной программы. Одно из основных направлений исследований связано с повышением уровня естественного воспроизводства рыбных запасов, увеличением рыбопродуктивности водоемов севера Урала и Западной Сибири, изучением качественных характеристик промысловых видов. Не менее актуально в этом плане изучение вопросов охраны рыб и среды их обитания. Без теоретической основы невозможно экологически грамотное и рациональное использование рыбных запасов. Трудности возникают при составлении практических рекомендаций и разработок: необходимо совмещать рациональную эксплуатацию рыбных запасов и их охрану.

Первые положительные результаты были получены в 1976—1977 гг. при рыбохозяйственном обследовании р. Собь. В недалеком прошлом эта река считалась основным поставщиком рыбы в зимний период для Салехарда и близлежащих поселков. В годы исследований рыбаки сдавали только налима, хотя в контрольных уловах присутствовали сиг, пелядь, чир, щука, ерш [7]. Детальный анализ особенностей запорного промысла на р. Собь позволил установить, что существующий способ добычи ведет к тотальному вылову мигрирующей рыбы, в том числе и производителей сиговых. Зимовальные же скопления в нижнем течении реки облавливались слабо. По нашим данным, одно звено (5—6 человек) только в первые дни ледостава выловило кроме налима примерно 1 т чира, но не сдало его на приемный пункт. Кроме того, значительную часть сигов травмировали самоловами.

Всесторонне изучив особенности промысла рыбы на этой реке, разработали рекомендации по запрещению сплошных перегораживаний ее русла, что обеспечивало проход сигов к местам нереста, их успешное воспроизводство и сохранение объема добычи налима. Дополнительную рыбную продукцию получили при облове зимовальных ям (в районе пос. Катравож), где ежегодно в феврале-марте на подготовленных тонях можно было добывать до 100 ц ерша и мелкого частика. К сожалению, в последние годы р. Собь почти утратила свое рыбохозяйственное значение в связи с забором гравия в ее долине и загрязнением стоками пос. Харп. Рекомендовали организовать сбор икры производителей сигов для рыбоводных целей, что в определенной степени могло бы компенсировать потери естественного воспроизводства.

В реках Харбей и Ланготьеган к настоящему времени естественное воспроизводство находится на низком уровне из-за перемерзания перекатов и тотального облова производителей во время нерестовой миграции. Поэтому использование нерестовых стад сигов для заготовки икры позволит получить товарную рыбу и восполнить запасы за счет искусственно выращенной молоди. Реализация этого предложения дает возможность сни-

зить нагрузку по заготовке икры сиговых в бассейнах рек Северной Сосьвы и Войкара.

Роль малых рек (Соби, Харбея, Ланготьегана) в добыче товарной рыбы, особенно сигов, относительно невелика. Большую ценность они представляют как нерестовые угодья и потенциальные источники получения икры для искусственного воспроизводства. Однако приустьевые участки этих рек, имеющие развитые соровые системы, являются традиционными районами нагула чира, пеляди, муксуна. Предварительные расчеты показали, что выход товарной рыбы с этих водоемов может быть увеличен более чем в 2 раза и достигать 200 т.

Непрерывные многолетние наблюдения свидетельствуют о том, что Северная Сосьва с ее основными притоками — главный инкубационный цех сиговых Обского бассейна. Она обеспечивает более 30 % естественного воспроизводства сига-пыжьяна, пеляди, чира и 70—80 % — пополнения тугуна с высокой выживаемостью икры сиговых на нерестилищах [4]. Вполне естественно, что промысловое значение бассейна этой реки не идет ни в какое сравнение с ее функцией пополнения промысловых запасов. И хотя удельный вес ее в промысле достаточно велик (3 тыс. т, треть из которых сиги), первоочередное внимание в исследованиях должно уделяться разработке экологических основ охраны ценных промысловых видов рыб, районов их массовых сезонных скоплений и нерестилищ. Сохранение этой уникальной водной экосистемы (даже в условиях общего ухудшения среды обитания гидробионтов в Нижней Оби) позволит значительное время поддерживать на высоком уровне промысловые запасы обских рыб.

Нами были разработаны рекомендации, многие из которых уже применяются на практике. В частности, дано экологическое обоснование режима добычи полезных ископаемых в бассейне нерестовой р. Маньи, позволившее сохранить основные нерестилища сигов и эффективное их воспроизводство [5]. В Минрыбхоз СССР дано обоснование о необходимости организации заповедных зон в бассейне Нижней Оби (на реках Ляпине, Щекурье, Манье, Хулге) [1]. Сформулированы предложения по регламентации сбора икры сиговых рыб в бассейне Северной Сосьвы.

Однако введение строгого охранного режима по всему бассейну реки было бы нерационально. Щуку, налима, окуня (естественных врагов сиговых на путях их миграций и зимовки) следует вылавливать более интенсивно. Это же относится к частиковым рыбам (ельцу, язю, плотве, карасю). Допустим отлов сигов после нереста — во время покатной миграции и на зимовальных ямах. Вылов частика в Северной Сосьве можно в настоящее время увеличить с 1,5 до 3—4 тыс. ц. Дополнительный источник рыбной продукции — внутренние второстепенные водоемы, добыча в которых в последнее время почти не ве-

дется. Это относится к рекам Кемпажу, Лопсии, Лепле, Тапсую. Возможно, что одним из основных стимулов интенсификации промысла менее ценных видов рыб может стать повышение закупочных цен и изменение нормативов промысловой меры.

В настоящее время (в связи со строительством железной дороги и освоением нефтегазовых месторождений на Ямале), чрезвычайно актуальным стал вопрос охраны и рационального использования рыбных запасов на этой территории. Группы озер Яррото и Нейто, озерно-речные системы рек Юрибей, Сеяха, Мордыяха, Обская губа издавна являются крупными поставщиками деликатесной рыбы. Уловы чира на Ямале колеблются от 22 до 65 т. В низовьях Юрибея добывают 7—10 т сига-пыжьяна и омуля; в бассейне Мордыяха — до 30 т чира, пеляди, омуля, муксуна. Несомненно, что промышленное освоение полезных ископаемых полуострова будет сопровождаться резким повышением численности населения, в питании которого не последнюю роль сыграют рыбные запасы Ямала.

На первом этапе научно-исследовательских работ в этом регионе сделаны проработки по рыбохозяйственной оценке водоемов Ямала. На основе имеющихся литературных сведений и собственных наблюдений дана экспертная оценка рыбохозяйственной значимости разных его регионов. Предложен экологически оптимальный вариант трассы газопровода. Реализация этого предложения будет способствовать сохранению рыбных богатств Ямала. Необходимо предохранять нагульные и нерестовые площади от загрязнения и осушения, обеспечить беспрепятственное передвижение рыбы по всей речной системе и ее уход в зимнее время из заморной зоны.

Таким образом, в современных условиях стратегию освоения рыбных ресурсов водоемов на территориях промышленного освоения Урала и Западной Сибири можно свести к двум основным моментам. Во-первых, требуются разработки комплексных мероприятий по охране водоемов (включая контроль и регулирование качества среды обитания), самих рыб и их кормовой базы. Во-вторых, необходимо глубокое экологическое обоснование режима эксплуатации рыбных запасов, основывающегося на современных достижениях анализа внутривидовой структуры и динамики численности популяций, закономерностей влияния условий среды на водные экосистемы.

Реализация этой стратегии позволит перейти от эксплуатации рыбных запасов к управлению ими, сохранить некоторые водные экосистемы — неисчерпаемый источник пищевой продукции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богданов В. Д. Создание ихтиологических заказников в местах размножения сиговых рыб — насущная проблема рыбного хозяйства Западной Сибири // Современное состояние и перспективы научных исследований в заповедниках Сибири. Новосибирск, 1986. С. 21—22.

2. Богданов В. Д. Изучение динамики численности и распределения личинок сиговых рыб р. Северной Сосьвы. Свердловск: УрО АН СССР, 1987. 60 с.

3. Богданов В. Д., Добринская Л. А., Лугаськов А. В. Аспекты изучения экосистемы р. Маньи. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1984. 69 с.

4. Кугаевская Л. В., Нечаева Н. Л. Работа с икрой сиговых на Тобольском рыбоводном заводе // Рыб. хоз-во. 1984. № 12. С. 33—36.

5. Добринская Л. А., Лукьянец А. И., Лугаськов А. В. и др. Перспективы рационального использования речных экосистем Приобского Севера при разработке полезных ископаемых. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. 62 с.

6. Решетников Ю. С. Экология и систематика сиговых рыб. М.: Наука, 1980. 300 с.

7. Шишмарев В. М., Лугаськов А. В., Богданов В. Д., Мельниченко С. М. Краткий обзор ихтиофауны и значение р. Соби в воспроизводстве рыбных запасов Обского бассейна // Материалы по биологии некоторых видов рыб Обского бассейна. Свердловск, 1979. С. 31—46.

УДК 631.417

Особенности гумусообразования в почвах агроценозов. Фирсова В. П., Мещеряков П. В., Горячева Т. А. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрено влияние распашки лесных почв и длительности их сельскохозяйственного использования на содержание, запасы и состав гумусовых веществ. Выявлена вертикальная дифференциация пахотного горизонта по рассматриваемым показателям, которая во многом определяется применяемой агротехникой. Оценен эффект разового внесения высоких доз органических удобрений. Предполагается, что длительное их использование выгоднее, чем небольшие ежегодные. Изучен характер изменения качественного состава гумуса в почвах агроценозов на разных этапах их сельскохозяйственного использования без применения органических удобрений.

Табл. 4. Библиогр. 6 назв.

УДК 631.417 / 450.57 /

Гумус почв агроценозов Башкирской АССР. Хазиев Ф. Х., Мукатанов А. Х., Курчеев П. А., Багаутдинов Ф. Я., Кириллова С. С. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрены особенности гумусового состояния пахотных серых лесных почв и типичных черноземов Башкирской АССР, их изменения в зависимости от степени эродированности, характера сельскохозяйственного использования, севооборотов, применения органических и минеральных удобрений. Приведен баланс гумуса в пахотных почвах по природно-сельскохозяйственным зонам.

Табл. 7. Библиогр. 8 назв.

УДК 631.417

Гумусное состояние почв Оренбургской области. Блохин Е. В. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Приведены общие запасы гумуса по типам почв. Интенсивность минерализации органического вещества снижается от высокогумусных среднемощных разновидностей к среднемалогумусным и маломощным. Резкое снижение запасов гумуса наблюдается на эродированных почвах. Растительные остатки зерновых культур предполагают компенсацию гумуса на 30—51 %, пропашных — на 39—80, многолетних трав — на 103—112 %. По области в условиях сложившегося земледелия среднегодовой дефицит гумуса составил 0,21—0,68 т/га.

Табл. 7. Библиогр. 3 назв.

УДК 631.472.56 (470.55/57)

Гумусовые ресурсы почв Южного Урала и их количественная взаимосвязь с продуктивностью агроценозов. Ишемьяров А. Ш. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Установлено, что основные параметры гумусного состояния почв Южного Урала подвержены значительной вариа-

бельности как в пределах типа и подтипов, так и в зависимости от особенностей отдельных природных зон региона. Представлены уравнения связи продуктивности агроценозов с мощностью гумусового слоя, содержанием гумуса и его валовыми запасами. Показана возможность дифференциации урожая сельскохозяйственных культур на меру отдельных параметров гумусного состояния почв. Результаты исследований могут быть использованы для прогноза изменений продуктивности агроценозов в зависимости от гумусовых ресурсов почв на Южном Урале.

Табл. 5. Ил. 1. Библиогр. 6 назв.

УДК 631.417/450.57

Гумус горно-лесных почв Южного Урала. Мукатанов А. Х. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Охарактеризованы особенности содержания, запасов, группового и фракциононго составов гумуса горно-лесных почв Южного Урала в границах Башкирской АССР, их изменения под влиянием антропогенных воздействий. Гумусное состояние этих почв определяется не только их типовыми и подтиповыми генетическими особенностями, но и развитостью всей мелкоземлистой толщи.

Табл. 4. Библиогр. 8 назв.

УДК 631.417.631.62

Влияние оглеения на гумусное состояние темно-серых лесных почв Урала. Фирсова В. П., Прокопович Е. В., Нечаева В. А. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Проведено сравнительное изучение состава гумусовых веществ в темно-серых лесных неоглеенных и глеевых тяжелосуглинистых пахотных почвах двух провинций — Предуралья и Зауралья. Установлено, что оглеение повсеместно сопровождается уменьшением содержания гумуса и более плавным его распределением по профилю, увеличением количества гуминовых кислот, непрочно связанных с полуторными оксидами, и фульвокислот, которые преимущественно накапливаются в нижних горизонтах. Степень гумификации органического вещества выше в глеевых почвах Предуралья, чем Зауралья. Выявлены некоторые различия в составе гумуса в зависимости от характера переувлажнения (проточного или застойного) почв.

Табл. 1. Библиогр. 6 назв.

УДК 631.417

Скорость разложения растительных остатков в серых лесных пахотных почвах в зависимости от степени их окультуренности. Мещеряков П. В. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

В целях обоснования мероприятий по оптимизации гумусного состояния пахотных почв определена (в зависимости от степени их окультуренности) скорость и выявлены различия в процессах трансформации надземных и подземных органов зерновых злаков. Проведен анатомо-морфологический анализ растительных остатков из пакетов разных сроков взятия, который позволил оценить изменения в их

внешнем облике и анатомическом строении. Разложение послеуборочных остатков в почвах агроэкосистем происходит в 2,5—3 раза быстрее, чем лесного опада в целинных почвах. На плодородном агрофоне изучаемые процессы идут интенсивнее, чем на освоенном. Причина заключается не только в большой биогенности пахотного горизонта плодородного агрофона, но и в различиях анатомического строения растений, которые являются результатом эдафических условий.

Табл. 2. Библиогр. 8 назв.

УДК 631.6 : 626.8

Эффективность сельскохозяйственного использования серых лесных глееватых почв. Борисова Г. Г., Макарова Е. Н. / Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрены результаты исследований физико-химических свойств и особенностей режимов осушаемых серых лесных глееватых почв. Показано, что благоприятный водно-воздушный режим почв, создающийся в процессе осушения, приводит к оптимизации их теплового и пищевого режимов, следовательно — к существенному повышению продуктивности сельскохозяйственных культур.

Табл. 1. Библиогр. 3 назв.

УДК 911.9+631.12

Проблемы экологической оптимизации сельскохозяйственных ландшафтов степной зоны. Чибилев А. А. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрены основные аспекты степного природопользования. Анализируются факторы, определяющие современную экологическую ситуацию в степных районах страны. Выделены основные группы экологически гомогенных угодий. Даны выводы об оптимальной структуре сельскохозяйственных ландшафтов степной зоны.

Библиогр. 3 назв.

УДК 641.4+631.417.2

К вопросу о рациональном использовании земельного фонда Оренбургской области. Русанов А. М. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрен ряд вопросов, касающихся негативных влияний нерационального сельскохозяйственного использования территории области на ее естественную растительность и почвенный покров. При современной структуре земельного фонда наибольший вред эколого-экономическому развитию наносит несоответствие между поголовьем скота и площадью кормовых угодий, а также площадью пашни и реальной возможностью поддерживать ее плодородие на высоком уровне. Показано влияние длительного освоения и эрозии на гумусное состояние черноземов. Дан вывод о необходимости совершенствования сложившейся структуры земельного фонда.

Библиогр. 3 назв.

УДК 631.452

Агрохозяйственные рекомендации и пути рационального использования пойменных почв Нижней Оби. Гафуров Ф. Г. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрен широкий круг вопросов, связанных с плодородием пойменных почв Нижней Оби и их мелиорацией. Дана агрохозяйственная и топоэкологическая характеристика пойменных экосистем. Намечены рекомендации по освоению и окультуриванию лугов Мужинского пойменного природного района. Установлено неудовлетворительное культуртехническое состояние эксплуатируемых сенокосно-пастбищных угодий. Выдвинуты три основных подхода к решению проблемы расширения кормовой базы для увеличения поголовья крупного рогатого скота в этом регионе.

Библиогр. 14 назв.

УДК 631.12+626.8+712.2+581.5+502.7

Агроэкологические особенности бассейнов малых рек степной зоны Южного Урала. Сергеев А. Д. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Рассмотрены современное состояние природных комплексов бассейнов малых рек на примере притоков Урала (Донгуза и Черной), влияние на них ряда антропогенных факторов. Приведены параметры оптимального состояния окружающей среды в бассейнах малых рек. Проанализирована система мелиоративных мероприятий, направленных на стабилизацию экологической обстановки и ее последующее улучшение.

Табл. 1. Библиогр. 3 назв.

УДК 631.474

К проблеме сельскохозяйственного использования горных почв Свердловской области. Лузин В. М. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

При значительной общей площади Свердловской области (19,4 млн га) доля земель сельскохозяйственного назначения составляет менее одной четверти (23,6 %). Наиболее ценные в агрономическом отношении почвы вовлечены в сельскохозяйственное производство. В последнее время растет использование горных почв. Распространены здесь бурые горно-лесные почвы. Они резко отличаются по особенностям формирования и свойствам от зональных равнинных почв: легче поддаются эрозии, имеют более высокую каменистость профиля, специфический состав гумуса, связанный преимущественно с подвижными формами железа. Не все из них пригодны для сельского хозяйства и требуют разработки особой системы рационального использования.

Библиогр. 13 назв.

УДК 556.16.556.535.8 628.39

Оптимизация использования водных и почвенных ресурсов на основе замкнутых водооборотных систем в мелиорации. Гусев В. П. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

В связи с сельскохозяйственной мелиоративной деятельностью содержание биогенов в реках увеличилось в последние годы в десятки раз. Загрязнение водоисточников сопровождается и истощением почвенного плодородия. При этом большую опасность представляет развитие поверхностного стока. Описаны конструктивные особенности и режим работы водооборотных мелиоративных систем, направленные на уменьшение негативного влияния мелиорации.

Ил. 1. Библиогр. 3 назв.

УДК 631.878.811

Роль микроэлементов в освоении мелиорируемых торфяных почв. Мамаева Л. К. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Приведены данные по содержанию валовых и подвижных форм микроэлементов на объектах мелиорации Свердловской и Пермской областей. Изучено влияние микроудобрений на торфяную почву. Выявлена зависимость содержания подвижных форм микроэлементов от вида и способа внесения удобрений, возделываемых культур, реакции почвенной среды. Предложены пути повышения урожаев, снижения непроизводительных потерь элементов питания и уменьшения концентрации железа в дренажных водах.

Табл. 3. Библиогр. 5 назв.

УДК 631.67

Баланс макроэлементов в модельной экосистеме в условиях орошения. Михайловская Л. Н., Молчанова И. В. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Изложены результаты многолетних лизиметрических опытов, в которых изучалось поведение макроэлементов в системе почва — лизиметрический раствор — растение в условиях орошения. Показана возможность использования лизиметрических опытов для оперативной оценки направленности и количественного выражения процессов, протекающих в орошаемых почвах.

Табл. 1. Ил. 1. Библиогр. 4 назв.

УДК 581.526.45; 581.524.34

Оптимизация флористического состава и продуктивности суходольных лугов. Абрамчук А. В., Горчаковский П. Л. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

В ходе пятилетнего эксперимента выявлено влияние минеральных удобрений в сочетании с известью на флористический состав и продуктивность деградированных суходольных лугов, формирующихся на почвах с кислой реакцией. Прослежена сезонная динамика продуктивности. Установлена возможность оптимизации продуктивности лугов путем внесения сравнительно невысоких доз уробрений.

Табл. 2. Библиогр. 6 назв.

УДК 581.526.45+633.274

Вейниковые луга низовьев Оби: состав, структура, продуктивность. Скулкин И. М. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Приведены данные по изменению видового состава, встречаемости видов, запаса надземной фитомассы, плотности стеблестоя и средней массы побега доминанта пойменных лугов вейника Лангсдорфа (в зависимости от положения сообществ в мезорельефе). Прослежены некоторые закономерности разногодичных флуктуаций, оценено влияние режима сенокошения на состояние сообществ.

Табл. 3. Библиогр. 8 назв.

УДК 581.6 : 502.57 : 634.73

Перспективы рационального использования дикорастущих ягодников на Среднем Урале. Минеева О. Н., Зуева В. Н. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Охарактеризованы запасы полезных пищевых растений в северных районах Свердловской области. Оценено влияние на урожайность ягод их опадение, сбор населением, поедание животными. Рекомендованы нормы заготовок для каждого конкретного района.

Табл. 1. Ил. 1. Библиогр. 4 назв.

УДК 630*.641

Динамика кедровых лесов и некоторые аспекты Продовольственной программы. Смолоногов Е. П. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Дана характеристика семян кедра (содержание жира, витаминов, целебные свойства). Отмечены основные факторы, влияющие на урожайность, а также закономерности восстановительно-возрастной динамики кедровников Урала и Западной Сибири.

Библиогр. 11 назв.

УДК 630.905.2

Продуктивность некоторых типов горных еловых лесов Среднего Урала. Алесенков Ю. М. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

На основе фактического материала, собранного в результате исследований, проведенных на территории Висимского и Невьянского лесхозов Свердловской области, определена продукция трех основных типов темнохвойных лесов южной тайги. Установлены фракционный состав и запасы древесной зелени — важного сырьевого ресурса.

Табл. 1. Библиогр. 5 назв.

УДК 633.1

Некоторые итоги изучения морфогенеза и продуктивности яровых ячменя и пшеницы на Среднем Урале. Красуский Ю. Г., Таршис Г. И., Дощенникова О. А., Сединкин В. С. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

В условиях полевого опыта изучено влияние уровня плодородия почвы на рост, развитие и продуктивность яровых ячменя и пшеницы. Установлены оптимальные дозы органических удобрений, способствующих повышению продуктив-

ности сортов ячменя «Суви», «Луч», «Торос» и пшеницы «Аркас».

Табл. 1.

УДК 581.143.27

Декапитация — метод управления формой и продуктивностью растений. Моисеева Л. В. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Изучено проявление апикального доминирования у сортов моркови «Шантане-2461», свеклы «Бордо-237», шпината огородного «Виктория», томатов «Невские», огурцов «Неросимые» и «Алтайские ранние-166», гороха «Превосходный», льна посевного «Авангард», конопли посевной, клещевины обыкновенной. Установлены оптимальные уровни и сроки декапитации растений. Выявлено их влияние на количество пазушных побегов, развитие и реализацию потенциальной продуктивности. Дано теоретическое обоснование метода декапитации.

Библиогр. 3 назв.

УДК 502.654 : 58.07.071

Ускоренный микробиологический метод рекультивации шахтных отвалов. Пшеничнов Р. А., Никитина Н. М. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Разработана и реализована технология получения концентрированной биомассы ряда эталонных и местных штаммов бактерий Azotobacter chroococcum, Bac, megaterium путем выращивания их в периодическом режиме с дробной подпиткой свежей средой и стимулирующими рост аутометаболитами гомологичных культур в аппаратах АНКУМ (с автоматическим контролем и частичной коррекцией основных физико-химических параметров). На основе защитных сред оригинального состава в аппаратах ОЕ-960 по модифицированным режимам получены (в производственных количествах) соответствующие лиофилизированные препараты со сроком годности более одного года.

Табл. 1. Библиогр. 11 назв.

УДК 577.3+615 1/2

Возможность использования растительных экстрактов типа «эраконд» в промышленном животноводстве. Мамина В. П., Лавин П. И., Слободенюк В. К. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск, 1990.

В целях достижения оптимальной технологии содержания животных наряду с зоогигиеническими мероприятиями в рацион питания необходимо вводить кормовые добавки — биологически активные вещества (БАВ). Один из перспективных путей — применение веществ, получаемых в виде конденсированных экстрактов из растительного материала — препаратов «эраконд», в малых дозах влияющих на уровень метаболических процессов у животных, на реперацию. С помощью его организм адаптируется к условиям среды и поддерживается гомеостаз.

Библиогр. 11 назв.

УДК 597—11

Изучение экологии промысловых видов рыб в целях использования в народном хозяйстве. Добринская Л. А., Лугаськов А. В. // Экологические аспекты продовольственной проблемы. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Установлено, что усиление антропогенной нагрузки на рыбохозяйственные водоемы нарушают баланс круговорота веществ в воде и приводит к снижению продуктивности водных экосистем Приобского Севера. Для повышения рыбопродуктивности этих водоемов необходимо совместить рациональную эксплуатацию рыбных запасов и их действенную охрану. Требуется глубокое экологическое обоснование, учитывающее современные достижения анализа внутривидовой структуры и динамики численности популяций рыб, влияние условий среды на гидробионтов в целях сохранения их естественного воспроизводства. На основании комплексных экологических исследований на реках Северная Сосьва, Войкар, Собь, Харбей, Ланготьеган разработан и внедрен ряд практических рекомендаций по повышению воспроизводства рыб и их охране в Обском бассейне.

Библиогр. 7 назв.

СОДЕРЖАНИЕ

В. П. Фирсова, П. В. Мещеряков, Т. А. Горячева. Особенности гумусообразования в почвах агроценозов 3

Ф. Х. Хазиев, А. Х. Муктанов, П. А. Курчеев, Ф. Я. Багаутдинов, С. С. Кириллова. Гумус почв агроценозов Башкирской АССР 11

Е. В. Блохин. Гумусное состояние почв Оренбургской области 19

А. Ш. Ишемьяров. Гумусовые ресурсы почв Южного Урала и их количественная взаимосвязь с продуктивностью агроценозов 27

А. Х. Мукатанов. Гумус горно-лесных почв Южного Урала 36

В. П. Фирсова, Е. В. Прокопович, В. А. Нечаева. Влияние оглеения на гумусное состояние темно-серых лесных почв Урала 42

П. В. Мещеряков. Скорость разложения растительных остатков в серых лесных пахотных почвах в зависимости от степени их окультуренности 48

Г. Г. Борисова, Е. Н. Макарова. Эффективность сельскохозяйственного использования серых лесных глееватых почв 53

А. А. Чибилев. Проблемы экологической оптимизации сельскохозяйственных ландшафтов степной зоны . . . 57

А. М. Русанов. К вопросу о рациональном использовании земельного фонда Оренбургской области . . .

Ф. Г. Гафуров. Агрохозяйственные рекомендации и пути рационального использования пойменных почв Нижней Оби 66

А. Д. Сергеев. Агроэкологические особенности бассейнов малых рек степной зоны Южного Урала . . . 73

В. М. Лузин. К проблеме сельскохозяйственного использования горных почв Свердловской области . . . 78

В. П. Гусев. Оптимизация использования водных и почвенных ресурсов на основе замкнутых водооборотных систем в мелиорации 82

Л. К. Мамаева. Роль микроэлементов в освоении мелиорируемых торфяных почв 86

Л. Н. Михайловская, И. В. Молчанова. Баланс макроэлементов в модельной экосистеме в условиях орошения 93

А. В. Абрамчук, П. Л. Горчаковский. Оптимизация флористического состава и продуктивности суходольных лугов 97

И. М. Скулкин. Вейниковые луга низовьев Оби: состав, структура, продуктивность 106

О. Н. Минеева, В. Н. Зуева. Перспективы рационального использования дикорастущих ягодников на Среднем Урале 114

Е. П. Смолоногов. Динамика кедровых лесов и некоторые аспекты Продовольственной программы 119
Ю. М. Алесенков. Продуктивность некоторых типов горных еловых лесов Среднего Урала 125
Ю. Г. Красуский, Г. И. Таршис, О. А. Дощенникова, В. С. Седнкин. Некоторые итоги изучения морфогенеза и продуктивности яровых ячменя и пшеницы на Среднем Урале 129
Л. В. Моисеева. Декапитация — метод управления формой и продуктивностью растений 132
Р. А. Пшеничнов, Н. М. Никитина. Ускоренный микробиологический метод рекультивации шахтных отвалов. 138
В. П. Мамина, П. И. Лавин, В. К. Слободенюк. Возможность использования растительных экстрактов типа «эраконд» в промышленном животноводстве 143
Л. А. Добринская, А. В. Лугаськов. Изучение экологии промысловых видов рыб в целях использования в народном хозяйстве 146

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ПРОБЛЕМЫ

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

Рекомендовано к изданию Ученым советом Института экологии растений и животных и НИСО УрО АН СССР

Редактор **С. С. Гаврилова**
Обложка художника **М. Н. Гарипова**
Технический редактор **Н. Р. Рабинович**
Корректоры **Н. К. Кулешов, Н. В. Каткова**

Сдано в набор 21.06.89. Подписано в печать 29.03.90. НС 17076. Формат 60×90 1/16. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая. Усл. печ. л. 10. Уч.-изд. л. 10,5. Тираж 600. Заказ 392. Цена 1 р. 60 к.

620008, Свердловск, ГСП-219, ул. 8 Марта, 202
Институт экологии растений и животных.
Типография изд-ва «Уральский рабочий».
Свердловск, пр. Ленина, 49.