

УДК 631.46:631.445.24.02: [631.51.01 +632.954]

БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ И УРОЖАЙНОСТЬ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ КУЛЬТУР НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ ПРИ ПОЧВОЗАЩИТНЫХ ОБРАБОТКАХ И ПРИМЕНЕНИИ ГЕРБИЦИДОВ

Г. И. БАЗДЫРЕВ, В. Н. ЛЮТОВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Основой увеличения продуктивности современного земледелия является повышение плодородия почв. Важнейшая роль в этом принадлежит биологическому фактору, в частности активности и направленности микробиологических и биохимических процессов в почве. Это в полной мере относится и к склоновым землям.

В статье приводятся результаты исследования влияния элементов почвозащитного земледелия на биологическую активность почвы при интенсивном земледелии на склоновых землях.

При интенсификации земледелия на склоновых землях предусматривается применение высоких доз минеральных удобрений, почвозащитных приемов обработки почвы и химических средств защиты растений, что, безусловно, сказывается на биологической активности почвы. Одним из наиболее важных агротехнических приемов, влияющих на этот показатель, является обработка почвы [11, 12]. Определенное воздействие на почвенную микрофлору оказывают также и пестициды, применение которых из года в год увеличивается [2]. Следует отметить, что имеющиеся данные о влиянии пестицидов на микрофлору почвы и ее биологическую активность разноречивы, что, видимо, можно объяснить различиями в условиях и методиках проведения исследований. Установлено, однако, что систематическое применение гербицидов, особенно почвенного действия, нередко приводит к обеднению видового состава микрофлоры, снижению общей биологической активности почвы.

В Нечерноземной зоне РСФСР изучением влияния элементов почвозащитного земледелия на биологическую активность почвы при интенсификации земледелия на склоновых землях практически не занимались. В связи с указанным мы провели исследование этого влияния в многолетнем 2-факторном стационарном полевом опыте № 12 «Разработка научных основ защиты почвы от эрозии и сорняков на склоновых землях в условиях интенсивного земледелия», заложенном в 1977 г.

Методика

Опыт заложен на участке с односторонним южным склоном 3—3,5° в севообороте во времени — ячмень — викоовсяный пар — озимая пшеница — овес. Почва дерново-среднеподзолистая среднесуглинистая.

Варианты основной обработки в опыте: 1 — обычная (вспашка на 20—22 см поперек склона); 2 — обычная + щелевание (вспашка на 20—22 см с последующим щелеванием на 45—50 см); 3 — плоскорезная (обработка на 20—22 см плоскорезами-глубокорыхлителями КПП-2-150); 4 — минимальная (дискование на глубину 6—8 см и один раз за ротацию севооборота вспашка на 20—22 см после уборки викоовсяной смеси). Перед посевом проводили дискование на 8—10 см для заделки удобрений и обработку РВК-3. Нормы удобрений рассчитаны на получение 40 ц зерна ячменя, 200 ц викоовсяной смеси, 50 ц зерна озимой пшеницы и 30 ц зерна овса в расчете на 1 га. Фон удобрения общий для всех вариантов.

Степень насыщения севооборота гербицидами от 0 (контроль) до 100 % (ежегодные систематические обработки). Применяли гербициды — аминную соль, симазин, 2М-4ХП, диален, прометрин — в рекомендованных дозах.

Данное исследование было выполнено в 1983—1985 гг. Изучались 3 варианта обработки почвы: обычная, плоскорезная и минимальная — при 100 % насыщении севооборота гербицидами и без применения гербицидов. Размер делянок в вариантах обработок почвы 35×15 м, при изучении действия гербицидов — 35×7,5 м.

Микробиологический анализ почвы проводили на агаризированных питательных средах методом разведений. Бактерии, использующие органические формы азота, учитывали на МПА, минеральные формы азота — на КАА. На этой же среде учитывали актиномицеты, а микроскопические грибы — на синтетическом кислом агаре.

Активность инвертазы определяли по методике А. Ш. Галстяна, амилазы — по методике А. Ш. Галстяна [4] с колориметрическим окончанием, уреазы — по методике И. Н. Ромейко и С. М. Малинской [1], нитрифицирующую способность почвы — по Крывкову [1].

При определении подвижных форм азота, фосфора и калия в почве использовали модифицированные методики ЦИНАО.

Урожай учитывали поделочно сплошным методом. Экспериментальные данные обрабатывали методом дисперсионного анализа для многофакторных опытов по Б. А. Доспехову.

Результаты

В нашем опыте самой многочисленной группой почвенных микроорганизмов были бактерии, ассимилирующие органические формы азота, затем следовали бактерии, использующие минеральные формы азота, актиномицеты и микроскопические грибы.

Противоэрозионные приемы основной обработки почвы и гербициды особенно заметно влияли на численность бактерий на МПА и микроскопических грибов (табл. 1).

На безгербицидном фоне в вариантах плоскорезной и минимальной обработок число клеток бактерий на МПА и микроскопических грибов было примерно в 1,5—1,7 раза больше, чем в варианте обычной обработки. Систематическое применение гербицидов в севообороте несколько сглаживало отмеченные выше различия, хотя и в этом случае прослеживалась тенденция к усилению микробиологической активности в вариантах с плоскорезной и минимальной обработками. На бактерии, использующие минеральные формы азота, и актиномицеты почвозащитные технологии влияли меньше. Так, в вариантах плоскорезной и минимальной обработок численность бактерий на КАА увеличилась лишь в 1,1 — 1,2 раза, а численность актиномицетов была практически такой же, как в контроле (обычная обработка).

По данным некоторых исследователей [2], ингибирующее действие на почвенную микрофлору многих гербицидов проявляется только при концентрациях, в десятки и сотни раз превышающих производственные дозы. В наших опытах снижение активности почвенной микрофлоры при обработках гербицидами (симазином, 2М-4ХП, прометрином, 2,4-Д и др.) в разные годы было постоянным и довольно устойчивым, хотя и не всегда достоверным. Более чутко реагировали на гербициды бактерии, использующие органические формы азота, и грибы, особенно в вариантах почвозащитных обработок. Так, при плоскорезной и минимальной обработках гербициды привели к снижению активности различных групп микроорганизмов на 17,7—44,4 %.

При обычной обработке (контроль) применение гербицидов не оказывало значительного ингибирующего влияния на почвенную микрофлору, хотя небольшое снижение ее активности все же отмечалось.

Т а б л и ц а 1
Состав микрофлоры и ферментативная активность почвы
(в среднем за 1983—1985 гг.)

Показатель	Обработка почвы					
	обычная		плоскорезная		минимальная	
	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами
Бактерии на МПА, млн/г	1,74	1,69	2,53	1,63	2,89	1,83
Бактерии на КАА, млн/г	0,78	0,69	1,04	0,68	0,94	0,77
Актиномицеты на КАА, млн/г	0,69	0,69	0,68	0,56	0,88	0,49
Грибы, тыс/г	4,64	4,52	7,63	5,09	7,89	5,18
Инвертаза, мг глюкозы за 24 ч на 1 г	1,83	1,77	1,76	1,96	1,78	1,82
Амилаза, мг мальтозы за 24 ч на 1 г	0,07	0,07	0,10	0,11	0,11	0,10
Уреазы, мг аммиака за 3 ч на 100 г	12,7	12,9	14,1	14,5	13,4	15,3

Нитрифицирующая способность почвы (мг N—NO₃ на 1 кг почвы за 7 дней)

Год	Обработка почвы					
	обычная		плоскорезная		минимальная	
	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами
1983	18,1	16,4	20,7	18,2	18,0	24,9
1984	14,4	13,1	16,3	15,4	14,6	15,7
1985	13,8	11,7	15,4	16,1	16,1	16,2
В среднем	15,4	13,7	17,4	16,5	16,2	18,9

Многие исследователи считают, что окультуренность почвы можно оценивать по ферментативным реакциям. А. И. Зражевский [6] утверждает, что уровень плодородия почвы зависит не от общего запаса в ней питательных веществ, а от интенсивности их круговорота, что в немалой степени зависит от почвенных ферментов.

По нашим данным (табл. 1), изучаемые факторы интенсификации земледелия в целом положительно влияли на активность ферментов. При этом активность амилазы и уреазы возрастала в вариантах плоскорезной и минимальной обработок на обоих фонах (без гербицидов и с ними), а инвертазы — только на фоне систематического применения гербицидов в севообороте.

Выявленный нами стимулирующий эффект гербицидов относительно невелик: на гербицидном фоне ферментативная активность возрастала в среднем в 1,1—1,2 раза. Можно предположить, что здесь важную роль сыграло резкое сокращение численности сорных растений, которые, по мнению ряда авторов [4 и др.], снижают биологическую активность почв, в частности инвертазы, амилазы, каталазы и уреазы.

Как известно, от интенсивности процесса нитрификации зависит степень обеспеченности растений азотом [15]. Многие исследователи считают уровень нитрифицирующей способности почвы объективным показателем ее плодородия, отмечая связь этого процесса с урожаем полевых культур [1, 13].

В нашем опыте интенсивность нитрификации в среднем за годы исследований возрастала в вариантах плоскорезной и минимальной обработок (табл. 2), причем особенно заметно на гербицидном фоне. Так, если при ежегодном применении гербицидов максимальная разница между обычной обработкой и почвозащитными в значении этого показателя составила 5,1 мг/кг, то на безгербицидном фоне — всего 2,0 мг/кг. Вместе с тем по годам определенной закономерности во влиянии гербицидов на нитрифицирующую способность почвы в вариантах обработок почвы не установлено. Если при обычной и плоскорезной

Таблица 3

Содержание подвижных форм азота, фосфора и калия (мг/кг) в слоях почвы 0—10 см (в числителе) и 10—20 см (в знаменателе) в среднем за 1983—1985 гг.

Показатель	Обработка почвы					
	обычная		плоскорезная		минимальная	
	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами
N—NO ₃	6,5	7,5	7,6	7,5	9,1	8,7
	6,8	5,6	6,6	6,7	7,4	6,5
P ₂ O ₅	152	151	241	223	216	185
	120	136	163	122	190	146
K ₂ O	216	227	277	326	238	264
	204	227	212	173	216	218

Т а б л и ц а 4

Состав микрофлоры
и ферментативная активность почвы
на разных элементах склона
в среднем за 1983—1985 гг.

Показатель	Элементы склона		
	верх	сре- дина	низ
Бактерии на МПА, млн/г	1,85	2,13	2,16
Бактерии на КАА, млн/г	0,81	0,88	0,70
Актиномицеты на КАА, млн/г	0,63	0,66	0,87
Грибы, тыс/г	5,80	5,60	6,18
Инвертаза, мг глю- козы за 24 ч на 1 г	1,83	1,77	1,88
Амилаза, мг маль- тозы за 24 ч на 1 г	0,09	0,08	0,10
Уреаза, мг аммиа- ка за 3 ч на 100 г	14,2	13,3	14,0

обработках наблюдалось угнетение нитрификации на гербицидном фоне, то при минимальной, наоборот, ее усиление.

Данные табл. 3 показывают, что почвозащитные безотвальные обработки способствовали большему накоплению в почве подвижных форм фосфора и калия, особенно в слое 0—10 см. Что касается содержания нитратного азота, то в среднем за 3 года его количество существенно не зависело от вида обработки почвы.

Таким образом, в данном опыте была выявлена положительная зависимость между активностью почвенной микрофлоры, ферментативной активностью, нитрифицирующей способностью почвы, с одной стороны, и питательным режимом — с другой.

Применение гербицидов не привело к значительному улучшению питательного режима в среднем за 3 года исследований. Видимо, здесь сыграло роль то обстоятельство, что пестициды, особенно в первые дни после их применения, оказывают ингибирующее влияние на почвенную микрофлору, которая является одним из самых действенных факторов, определяющих накопление в почве подвижных форм азота, фосфора и калия.

Т а б л и ц а 5

Нитрифицирующая способность почвы (мг N—NO₃ на 1 кг почвы за 7 дней)
на разных элементах склона

Год	Обычная			Плоскорезная			Минимальная		
	верх	середина	низ	верх	середина	низ	верх	середина	низ
1983	23,1	18,6	15,3	18,4	20,1	19,6	21,8	20,2	22,7
1984	14,7	13,0	13,9	15,6	15,7	16,8	14,6	14,2	15,7
1985	12,5	12,0	13,8	16,7	14,7	15,9	15,2	14,7	18,5
В среднем	16,7	14,5	14,3	16,9	16,8	17,4	17,2	16,3	18,9

В литературе практически нет данных о влиянии рельефа на биологическую активность дерново-подзолистой почвы. Полученные нами данные свидетельствуют об изменении микробиологической активности почвы по элементам склона. Из табл. 4 видно, что в большинстве случаев она увеличивается вниз по склону.

Т а б л и ц а 6

Содержание подвижных форм азота,
фосфора и калия (мг/га)
в слоях почвы 0—10 и 10—20 см
на разных элементах склона
в среднем за 1983—1985 гг.

Показатель	Верх		Середина		Низ	
	0—10	10—20	0—10	10—20	0—10	10—20
N—NO ₃	7,4	6,6	8,1	6,4	7,0	6,2
P ₂ O ₅	165	122	180	134	237	190
K ₂ O	247	199	256	194	286	225

Аналогичная тенденция сохранялась и в отношении нитрифицирующей способности почвы в вариантах почвозащитных обработок, а при обычной обработке, наоборот, в верхней части склона нитрификация была более интенсивной, чем в нижней (табл. 5).

Что касается ферментативной активности почвы, то она в среднем за 3 года оказалась практически одинаковой на всех элементах склона (табл. 4).

Урожайность сельскохозяйственных культур (ц/га)

Культура	Обработка почвы						НСР ₀₅
	обычная		плоскорезная		минимальная		
	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами	без гербицидов	с гербицидами	
Вика + овес, 1983 г.	47,4	49,2	49,9	54,9	43,0	55,1	6,0
Оз. пшеница, 1984 г.	26,7	32,1	24,5	32,6	27,7	34,6	2,4
Овес , 1985 г.	32,2	40,4	37,3	42,0	32,9	47,6	1,8

В наших более ранних работах [9] мы уже отмечали большее накопление питательных веществ в почве нижних частей склона. Этот вывод подтвердили результаты данного исследования в отношении содержания подвижного фосфора и калия (табл. 6). Содержание азота было наибольшим в средней части склона.

Улучшение биологических показателей плодородия и питательного режима способствовало повышению урожайности культур севооборота (табл. 7). Урожайность смеси вики с овсом и озимой пшеницы приближалась к планируемой, а урожайность овса намного превышала ее. Во всех случаях прибавки от применяемых гербицидов были существенными. Хозяйственная эффективность гербицидов при почвозащитных обработках не ниже, чем при обычной.

Заключение

В условиях интенсификации земледелия на склоновых землях применение почвозащитных приемов обработки почвы приводит к увеличению ее общей биологической активности и улучшению питательного режима растений. При плоскорезной и минимальной обработках значительно (на 20—35 %) увеличивается число микроорганизмов, использующих органические и минеральные формы азота.

Гербициды оказывают небольшое ингибирующее влияние на активность почвенной микрофлоры и нитрифицирующую способность, а на ферментативную активность почвы — слабый стимулирующий эффект.

Значения показателей биологической активности почвы в большинстве случаев несколько увеличиваются в нижних частях склона.

ЛИТЕРАТУРА

1. Андреева Д. М., Детковская Л. П., Тарасенко С. А. и др. Нитрифицирующая способность почвы и урожай яровых зерновых культур. — В кн.: Приемы повышения плодородия почв в БССР. Тез. докл. научно-произв. конф. Минск: Ураджай, 1979, с. 80—83.
2. Берестецкий О. А., Возняковская Ю. М., Доросинский Л. М. и др. Биологические основы плодородия почвы. — М.: Колос, 1984.
3. Ванин Д. Е. Почвозащитные системы земледелия в районах водной эрозии. — Земледеле, 1983, вып. 1, с. 15—16.
4. Галетян А. Ш. Засоренность поля снижает биологическую активность почвы. — Изв. АН АрмССР. Биол. науки, 1961, т. XIV, с. 69—74.
5. Заславский М. Н., Каштанов А. Н. Почвозащитное земледелие. — М.: Колос, 1979.
6. Зражевский А. И. О значении биомассы беспозвоночных и микроорганизмов в плодородии почв. — В кн.: Проблемы почвенной зоологии. М.: Изд-во МГУ, 1966, с. 61—67.
7. Карягина Л. А. Микробиологические основы повышения плодородия почв. Минск: Наука и техника, 1983.
8. Лыков А. М., Сафонов А. Ф. Биологические показатели плодородия дерново-подзолистой почвы и урожайность зерновых культур при длительном применении удобрений и севооборота. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 5, с. 3—11.
9. Макаров И. П., Баздырев Г. И. и др. Плодородие склоновых земель и урожайность сельскохозяйственных культур в зависимости от способов обработки почвы и применения гербицидов. — Изв. ТСХА, вып. 1, 1984, с. 23—30.
10. Стратанович М. В., Евдокимова Н. В. Изменение биологической активности дерново-подзолистых почв под влиянием удобрений. — В кн.: Особенно-

сти почвенных процессов дерново-подзолистых почв. М.: Наука, 1977, с. 61—75. — 11. Тикавый В. А. Влияние приемов окультуривания супесчаной почвы на содержание гумуса и изменение водно-физических свойств. — В сб.: Почвоведение и агрохимия. М.: Колос, 1972, вып. 9, с. 76—80. — 12. Хазиев Ф. Х. Системно-экологический анализ ферментативной активности почв. — М.: Наука, 1982. — 13. Ч е л я д и - н о в Г. И. Нитрифицирующая способность — объективный показатель плодородия почв. — Агробиология, 1965, № 5 с. 722—725. — 14. Черемисинов Г. А. Эродированные почвы и их продуктивное использование. — М.: Колос, 1963. — 15. Ю д и н ц е в а И. И. Нитрифицирующая способность подзолистых почв средней тайги Коми АССР. — Агрохимия, 1973, №7 с. 16—20.

Статья поступила 10 января 1987 г

SUMMARY

In the field stationary experiment conducted in 1983—1985, the effect of soil protection tillage practices and of herbicides on population of the main groups of soil microorganisms, enzymic activity and nitrifying soil ability was studied. Combination of soil protection tillage practices with efficient herbicides allowed to establish favourable phytosanitary conditions in seedings and in the soil, to improve biological characteristics of the soil and its nutritive regime, which resulted in much higher yield of crops included into rotation.