

УДК 631.46: [631.8+631.582

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПЛОДОРОДИЯ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТОЙ ПОЧВЫ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ПРИМЕНЕНИИ УДОБРЕНИЙ, СЕВООБОРОТА И БЕССМЕННОМ ВОЗДЕЛЫВАНИИ КУЛЬТУР

А. М. ЛЫКОВ, А. Ф. САФОНОВ, БАШИР АХМЕД АЛИ, С. Н. КРУЧИНА

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Установлено, что накопление гумуса более выражено в бессменных посевах, чем в севообороте. Известкование и внесение навоза способствуют этому процессу. Численность нематод под зерновыми культурами достигает максимума к концу вегетации растений. Минеральные удобрения вызывают повышение численности фитопаразитических нематод, а навоз — ее уменьшение. Благоприятное влияние севооборота и удобрений на пораженность растений корневыми гнилями больше проявляется на озимой ржи, чем на яровом ячмене.

Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых почв непосредственно связано с применением органических и минеральных удобрений, известкованием, чередованием сельскохозяйственных культур. Действие этих факторов оказывает большое влияние в первую очередь на почвенную биоту, уровень активности которой определяет масштабы и направление процессов превращения вещества и энергии. Однако почвенная биота очень чувствительна к изменениям среды обитания

(на что указывают колебания ее активности в течение вегетации), а это затрудняет оценку количественного превращения различных веществ.

Наиболее достоверные данные о биологических процессах в почве можно получать в длительных полевых опытах, где на протяжении всего периода исследований применяют строго учитываемое количество вещественных факторов. В таких условиях в почве формируется устойчивый микробиоценоз, что поз-

воляет иметь данные об изменении биологических процессов, которые можно использовать для прогнозирования воспроизводства плодородия почвы в зональных системах земледелия.

Целью наших исследований было изучение влияния длительного применения удобрений, известкования, севооборота на ферментативную активность, целлюлозоразлагающую способность почвы, численность в ней нематод, поражение растений озимой ржи и ячменя корневыми гнилями.

Методика

Исследования проводили в 1988—1989 гг. в длительном опыте Тимирязевской академии, заложенном в 1912 г. Почва участка дерново-среднеподзолистая легкосуглинистая.

Биологические показатели плодородия 0—20-см слоя почвы определяли в бессменных посевах озимой ржи и ячменя и в севообороте пар — озимая рожь — картофель — ячмень с подсевом клевера — клевер — лен. Варианты удобрения следующие: без удобрений, NPK, NPK + навоз; NPK + навоз + известь, навоз, навоз + известь. Нормы минеральных удобрений составляли 100N150P120K, навоза — 20 т/га. Известь вносили по полной гидролитической кислотности.

Для изучения ферментативной активности образцы почвы отбирали в 3 срока: в начале, середине и конце вегетации. Активность полифенолоксидазы и пероксидазы определяли в 1 г воздушно-сухой почвы, очищенной от растительных остатков, по Л. А. Карягиной и Н. А. Михайловской [3]. Численность нематод устанавливали 2 раза в месяц. Нематоды выделяли стандартным вороночным методом с

экспозицией 72 ч [2]. Данные усредняли и пересчитывали на объем почвы 100 см³.

Целлюлозоразлагающую способность почв изучали методом целлюлозных блоков размером 8×16 см [6], которые закладывали в почву в начале весенней вегетации и вынимали перед уборкой. Количество разложившейся целлюлозы выражали в процентах.

Пораженность растений корневыми гнилями учитывали в период всходов, кущения и уборки. По каждому сроку подсчитывали количество пораженных и погибших растений и выражали в процентах. Распространенность болезни (%) рассчитывали путем деления количества больных растений на общее число их в пробе [4].

Погодные условия вегетационных периодов 1988 и 1989 гг. характеризовались повышенным температурным режимом и недостатком осадков в мае. Количество осадков в июне было близким к средне-многолетним данным. В июле 1988 г. выпало осадков около нормы, а в 1989 г. — в 2 раза меньше.

Результаты

Превращение органического вещества в почве непосредственно связано с активностью ферментов полифенолоксидазы и пероксидазы. Она изменялась как в течение вегетации, так и по вариантам опыта (табл. 1).

Полифенолоксидазная активность почвы под озимой рожью в большинстве случаев повышалась к середине вегетации, а к концу ее снижалась до исходного уровня. Наиболее высокая активность пероксидазы отмечалась во время весеннего отрастания озимой ржи, в последующий период вегетации она уменьшалась. Такой ход изменения

Таблица 1

Ферментативная активность почвы (мг бензохинона на 10 г почвы) под озимой рожью в начале, середине и конце вегетации. Средние данные за 1988—1989 гг.

Вариант удобрения	Полифенолоксидаза				Пероксидаза				K _r , %
	начало	сере- дина	конец	сред- нее	начало	сере- дина	конец	сред- нее	
<i>Оз. рожь</i>									
Без удобрений	2,2	2,8	1,9	2,3	10,8	8,8	7,7	9,1	25,3
	2,1	3,6	1,7	2,5	10,0	9,8	7,9	9,2	27,2
NPK	2,7	2,6	2,5	2,6	8,4	6,8	5,3	6,8	38,2
	2,0	2,6	1,5	2,0	7,7	6,8	4,9	6,5	30,8
NPK + навоз	2,1	3,0	2,8	2,6	7,8	6,8	4,5	6,4	40,6
	1,9	2,5	2,2	2,2	8,1	7,1	5,1	6,8	32,4
NPK + навоз + известь	2,3	3,8	2,5	2,9	7,4	8,0	5,4	6,9	40,6
	2,4	2,7	2,3	2,5	6,9	6,7	5,7	6,4	39,1
Навоз	2,6	3,0	2,6	2,7	7,1	7,3	6,1	6,8	39,7
Навоз + известь	3,2	4,5	4,2	4,0	7,4	7,9	6,1	7,1	56,3
<i>Яр. ячмень</i>									
Без удобрений	2,2	2,8	1,8	2,2	14,8	13,5	9,9	12,7	17,3
	1,2	2,4	2,4	2,0	7,9	8,6	8,3	8,3	24,1
NPK	2,9	2,7	2,8	2,8	10,8	7,1	5,9	7,9	35,4
	1,3	3,2	2,0	2,2	9,3	7,4	6,3	7,7	28,6
NPK + навоз	2,3	3,6	2,5	2,8	5,9	6,0	6,3	6,1	45,9
	1,4	2,7	2,3	2,1	8,5	7,6	6,3	7,5	28,0
NPK + навоз + известь	4,0	4,0	4,3	4,1	6,9	6,3	5,9	6,4	64,1
	1,5	1,7	2,2	1,8	8,4	5,9	4,9	6,4	28,1
Навоз	3,7	2,9	2,6	3,1	7,4	8,3	6,3	7,3	42,5
Навоз + известь	3,0	2,6	3,7	3,1	8,0	7,3	7,1	7,5	41,3

Примечания. 1. Здесь и в табл. 3 и 4 в числителе — бессменные посевы, в знаменателе — севооборот. 2. Варианты навоз и навоз + известь изучались в бессменных посевах. 3. K_r — коэффициент гумусоаккумуляции.

ферментативной активности в течение вегетации свидетельствует о том, что изучаемые ферменты участвуют в различных реакциях превращения органического вещества. По данным [1], полифенолоксидаза участвует в гумификации, а пероксидаза — в минерализации органического вещества.

Удобрения оказывали положительное влияние на активность полифенолоксидазы при бессменном возделывании озимой ржи. В севообороте активность данного фер-

мента изменялась мало. Наибольшее повышение ее отмечалось в вариантах с применением известкования.

Активность пероксидазы на удобренных делянках была меньше, чем на неудобренных. Существенных различий между вариантами удобрения по этому показателю не выявлено.

Ферментативная активность почвы под ячменем была близка к таковой под озимой рожью как по величине, так и по характеру изменения в течение вегетации. Одна-

ко в весенний период активность полифенолоксидазы в почве севооборота оказалась значительно меньше, чем под бесменными посевами. Одной из причин ее снижения в почве севооборота является влияние предшествующей культуры (картофель), под которой процессы синтеза органического вещества протекают не так интенсивно, как под культурами сплошного посева.

Совместное применение минеральных удобрений, навоза и известки способствовало поддержанию высокой активности полифенолоксидазы только при бесменном возделывании ярового ячменя. В почве севооборота она находилась на уровне варианта без удобрений.

Наибольшая активность пероксидазы в течение всей вегетации отмечена в почве бесменных посевов без внесения удобрений. Применение минеральных и органических удобрений, а также известкование приводили к ее снижению.

Соотношение активности полифенолоксидазы и пероксидазы (условно — коэффициент гумусонакопления) по мере возрастания урожайности почвы увеличивалось. Под озимой рожью в вариантах NPK и NPK+навоз гумус накапливался в бесменных посевах более интенсивно, чем в севообороте. Однако при совместном внесении минеральных и органических удобрений на фоне известки темпы накопления гумуса в севообороте и бесменных посевах выравнивались. Наиболее высокий коэффициент гумусонакопления был в варианте навоз+известь.

Анализ соотношения активности полифенолоксидазы и пероксидазы в почве под ячменем свидетельствует о том, что темпы накопления гумуса по всем вариантам удобрения выше при бесменном выращивании ячменя, причем наиболее высокие

они в варианте NPK+навоз+известь.

Таким образом, сохранение и накопление гумуса в почве под культурами сплошного посева более выражено при бесменной культуре, чем в севообороте. Известкование способствует созданию благоприятных условий для гумусообразования. Внесение минеральных удобрений оказывает заметное положительное влияние на этот процесс. Применение навоза отдельно и совместно с NPK значительно улучшает образование гумуса.

Целлюлозоразлагающая способность почвы под зерновыми культурами в бесменных посевах была различной (табл. 2). Под озимой рожью она была выше, чем под ячменем. Активизация процессов разложения растительных остатков под озимой рожью обусловлена специфическим составом почвенной биоты, которая сформировалась в течение длительного периода времени. При ежегодной смене культур в севообороте складываются одинаковые условия для разложения целлюлозы как под озимой рожью, так и под ячменем.

Внесение минеральных удобрений под озимую рожь приводило к резкому увеличению целлюлозоразла-

Таблица 2
Целлюлозоразлагающая способность почвы (%) под озимой рожью и яровым ячменем. Средние данные за 1988—1989 гг.

Вариант удобрения	Оз. рожь		Яр. ячмень	
	бес-менно	сево-оборот	бес-менно	сево-оборот
Без удобрений	24	26	16	22
NPK	50	22	22	18
NPK+навоз	32	24	28	26
NPK+навоз+известь	46	40	46	28
Навоз	54	—	42	—
Навоз+известь	78	—	42	—

гающей способности почвы в бес-
сменных посевах, а в севооборо-
те — к некоторому ее снижению.
Под ячменем минеральные удобрения оказывали малозаметное действие на разложение целлюлозы. При совместном применении минеральных удобрений и навоза на бессменных посевах озимой ржи этот показатель снижался, а под ячменем несколько увеличивался. В севообороте реакция целлюлозоразлагающих микроорганизмов в этом варианте была незначительной. Однако органо-минеральные удобрения на фоне известкования способствовали активизации разложения целлюлозы под обеими культурами. Данный факт указывает на то, что повышение целлюлозоразлагающей способности произвесткованной почвы связано с активизацией бактериальной части микроорганизмов, а кислотой почвы при внесении NPK — с активизацией грибов.

В вариантах с навозом независимо от того, проводилось известкование или нет, процент разложения целлюлозы был высоким.

Анализ целлюлозоразлагающей способности почвы под зерновыми культурами в длительном опыте свидетельствует о том, что озимая рожь является аллелопатически более сильной культурой, чем ячмень. Применение органических удобрений и известкования позволяет поддерживать высокий уровень разложения растительных остатков при бессменном возделывании зерновых культур.

Одним из факторов, влияющих на фитосанитарное состояние почвы, является наличие в ней нематод различных трофических групп, включая фитопаразитические формы [5].

В течение мая, июня и июля суммарная численность нематод в почве

опыта изменялась незначительно (табл. 3). К концу вегетации она резко возрастала. Это, вероятно, связано с оттоком органических веществ из растений в почву к концу жизненного цикла. Нарастание численности почвообитающих нематод к фазе созревания отмечалось в ризосфере обеих культур.

Удобрения оказывали различное влияние на численность нематод. В почве неудобренных делянок под озимой рожью и ячменем в среднем за вегетацию насчитывалось около 150—200 экземпляров на 100 см³. При этом доля фитопаразитических видов нематод составляла 15 %. На делянках с применением минеральных удобрений исходная численность нематод была несколько выше, чем на неудобренных. К концу вегетации количество их в варианте с NPK было в 2—3 раза больше, чем в неудобренной почве. Доля фитопаразитов достигала 16—19 % к общему числу нематод. Роль навоза в изменении численности нематод в ризосфере озимой ржи и ячменя сводилась к снижению доли фитопаразитических форм до 11—16 %. Влияние извести было аналогичным. Наибольшее количество нематод в почве под обеими культурами в среднем за вегетацию отмечено в вариантах с внесением навоза.

Существенных различий по численности нематод в почве севооборота и бессменных посевов не обнаружено.

В целом изучение динамики численности нематод в ризосфере зерновых культур показало, что их максимум достигает к концу вегетации растений и продолжает сохраняться в послеуборочное время. Минеральные удобрения способствуют повышению численности фитопаразитических нематод, а навоз — сдерживанию или уменьшению их численности.

Таблица 3

Численность нематод (экз/100 см³ почвы) в ризосфере озимой ржи и ярового ячменя в течение вегетации. Средние данные за 1988—1989 гг.

Вариант удобрения	Май	Июнь	Июль	Август	После уборки	Среднее
<i>Оз. рожь</i>						
Без удобрений	124	124	125	170	212	151
	129	159	130	373	257	210
NPK	188	191	210	310	608	301
	164	171	253	255	436	256
NPK + навоз	182	205	226	444	541	256
	251	196	299	608	485	368
NPK + навоз + известь	274	237	383	499	559	390
	173	236	345	590	638	396
Навоз	128	281	376	644	575	403
Навоз + известь	293	237	323	550	513	383
<i>Яр. ячмень</i>						
Без удобрений	135	55	215	275	325	201
	56	81	176	262	271	159
NPK	168	122	216	450	630	317
	196	125	249	585	563	344
NPK + навоз	242	224	292	583	623	383
	204	148	304	577	615	370
NPK + навоз + известь	223	257	253	581	573	377
	259	242	283	417	592	359
Навоз	166	133	314	635	570	364
Навоз + известь	116	149	299	483	497	309

Результаты исследований поражения растений озимой ржи и ярового ячменя корневыми гнилями (табл. 4) указывают на динамичность этого процесса. Распространенность корневых гнилей на озимой ржи в начале весеннего отрастания находилась в пределах 4,0—7,6 %. Затем по мере роста растений распространенность и развитие болезни увеличивались.

Влияние удобрений на распространение болезни было неоднозначным. Минеральные удобрения способствовали снижению, а навоз — повышению распространенности болезни. Однако все виды удобрений уменьшали развитие корневых гни-

лей на растениях озимой ржи. Действие извести не оказывало существенного влияния на пораженность растений корневыми гнилями. Это обусловлено тем, что общий уровень поражения озимой ржи корневыми гнилями в 1988 и 1989 гг. был невысоким, за исключением варианта с внесением навоза. В данном варианте известкование уменьшило поражение растений корневыми гнилями почти в 2 раза.

В целом севооборот оказывал положительное влияние на устойчивость растений озимой ржи к корневым гнилям, за исключением варианта с внесением минеральных удобрений, в котором количество

Таблица 4

Поражение растений озимой ржи и ярового ячменя корневыми гнилями (%). Средние данные за 1988—1989 гг.

Вариант удобрения	Распространенность			Развитие болезни		
	всходы начало весеннего отраста- ния	коло- шение	восковая спелость	всходы — начало весеннего отра- стания	коло- шение	восковая спелость
<i>Оз. рожь</i>						
Без удобрений	4,9	17,8	22,0	3,5	13,5	19,6
	5,0	20,3	20,8	5,0	12,9	12,5
НРК	4,6	16,1	11,5	4,2	13,0	7,9
	0	20,6	19,0	0	14,2	12,4
НРК + навоз	4,0	15,1	22,0	4,0	10,1	13,6
	0	12,6	8,1	0	9,4	7,0
НРК + навоз + известь	7,2	14,9	28,5	4,8	8,3	16,3
	2,5	8,5	22,7	2,5	6,6	13,0
Навоз	7,6	13,3	34,9	6,0	8,2	16,2
Навоз + известь	4,0	10,7	19,3	4,0	8,2	13,6
<i>Яр. ячмень</i>						
Без удобрений	16,7	8,7	15,7	11,1	7,5	7,0
	8,8	14,3	12,3	6,9	11,5	6,9
НРК	8,0	5,0	9,7	8,0	3,6	4,8
	13,5	3,3	25,9	9,6	4,0	13,7
НРК + навоз	2,5	12,2	9,7	2,5	7,7	6,0
	8,4	2,5	20,4	5,2	2,1	10,7
НРК + навоз + известь	7,2	7,4	10,3	5,1	3,4	3,8
	20,1	9,9	16,5	16,3	5,2	7,2
Навоз	12,3	8,0	7,6	8,3	5,1	4,9
Навоз + известь	14,0	11,9	0,5	10,7	6,1	6,3

пораженных растений было несколько больше, чем при бессменном посеве. Однако число пораженных растений здесь оказалось не выше, чем в варианте без удобрений.

Характер поражения ярового ячменя корневыми гнилями в течение вегетации был аналогичным. Степень распространенности корневых гнилей не превышала 25,9 %, а развитие болезни — 13,7 % (вариант с применением минеральных удобрений).

На унавоженных участках поражение растений корневыми гнилями при бессменном выращивании ячме-

ня было меньше, чем на участках без внесения удобрений. Однако в севообороте оно оказалось выше при внесении как минеральных, так и органических удобрений.

Таким образом, в 1988 и 1989 гг. поражение растений озимой ржи и ячменя корневыми гнилями было незначительным. Однако и в этих условиях проявилось положительное влияние севооборота и удобрений на озимую рожь. В посевах ярового ячменя поражение растений корневыми гнилями в вариантах с внесением минеральных удобрений и навоза на севооборотных участ-

ках несколько возросло только к концу вегетации.

Выводы

1. Анализ активности полифенолоксидазы и пероксидазы в почве под зерновыми культурами показал, что накопление гумуса более выражено в бесменных посевах, чем в севообороте. Известкование и внесение навоза создают благоприятные условия для гумусообразования.

2. Применение органических удобрений и известкования способствует поддержанию высокого уровня разложения растительных остатков при бесменном возделывании озимой ржи и ячменя. В этих условиях почва севооборота обладает меньшей целлюлозоразлагающей способностью, чем под бесменными посевами.

3. Численность нематод под зерновыми культурами достигает максимума к концу вегетации растений. Минеральные удобрения вызывают

повышение численности фитопаразитических нематод, а навоз — их уменьшение.

4. Положительное влияние севооборота и удобрений на пораженность растений корневыми гнилями больше проявлялось на озимой ржи, чем на яровом ячмене.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агрономическая микробиология.— Л.: Колос, 1976.—
2. Деккер Х. Нематоды растений и борьба с ними.— М.: Колос, 1972.—
3. Корягина Л. А., Михайловская Н. А. Методика определения пероксидазы и полифенолоксидазы.— Изв. АН БССР, сер. с.-х. наук, 1986, № 2, с. 40—41.—
4. Корневые гнили. Краткая методика обследований угодий на выявление вредителей и болезней сельскохозяйственных культур.— Горький: СХИ, 1986.—
5. Соловьева Г. А. Экология почвенных нематод.— Л.: Наука, 1985.—
6. Сэги Йожеф. Методы почвенной микробиологии.— М.: Колос, 1983.

Статья поступила 10 мая 1990 г.

SUMMARY

It is shown that more humus is accumulated in monocultures than in crop rotation. Liming and application of manure encourage this process. The highest population of nematodes under grain crops is by the end of plant vegetation. Mineral fertilizers increase population of phytoparasitic nematodes, while manure reduces it. Crop rotation and fertilizers are more favourable for root rot on winter rye, than on spring barley.