

УДК 631.461:631.872/874

**БИОЛОГИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ ПОЧВЫ
В СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОМ ЗЕРНОВОМ СЕВООБОРОТЕ
ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЖНИВНОГО СИДЕРАТА И СОЛОМЫ
В КАЧЕСТВЕ УДОБРЕНИЯ**

**В. Г. ЛОШАКОВ, В. Т. ЕМЦЕВ, Л. К. НИЦЭ, С. Ф. ИВАНОВА,
Т. А. РОГОВА, Р. Ю. АСХАБОВ**

(Кафедра земледелия и методики опытного дела и кафедра микробиологии)

При возделывании ячменя в специализированном севообороте или бессменно использование пожнивного зеленого удобрения в чистом виде и в сочетании с удобрением соломой приводит к повышению биологической активности дерново-подзолистой почвы, увеличению содержания нитратной и аммиачной форм азота в пахотном слое, усилению протеазной и уреазной активности почвы.

В Центральном районе Нечерноземной зоны РСФСР перспективна специализация земледелия на производстве зерна. Вместе с тем известно, что при максимальном насыщении севооборотов зерновыми и зернофуражными культурами, а также при бессменном их выращивании нередко наблюдается снижение урожайности [2, 4, 8, 13]. Последнее связано в основном с ухудшением отдельных показателей плодородия почвы, в частности биологических [3, 5, 14, 18—21].

Биологическая активность почвы — важнейший показатель степени ее плодородия. Определяется она совокупностью микробиологических, ферментативных и других процессов, протекающих в почве. В ряде работ показано, что при бессменном выращивании сельскохозяйственных культур снижаются общая численность бактерий [1, 15] и биологическая активность почвы [18], часто увеличивается численность фитопатогенных грибов [2, 3, 5].

Органические и минеральные удобрения в необходимых количествах в значительной мере снимают отрицательные последствия специализации полевых севооборотов. В условиях интенсификации нормы внесения минеральных удобрений с каждым годом возрастают, но обеспечение полей органическими удобрениями затруднено или из-за недостатка последних, или из-за большой удаленности многих полей от животноводческих ферм. В таких случаях можно использовать в качестве органического удобрения сидераты и солому. Запашка их — дешевый прием обогащения почвы биоэнергетическим материалом, позволяющий уменьшить и даже снять влияние ряда биологических факторов, ограничивающих повышение урожайности зерновых культур [7, 9, 11]. Имеются данные, что при запашке одной соломы (без дополнительного внесения азота) происходит иммобилизация почвенного азота, что приводит к ухудшению условий питания растений. Вместе с тем при внесении только зеленой массы сидерата преобладает минерализация азота, а это может повысить непроизводительные его потери. При совместном использовании зеленого удобрения и соломы разложение органического вещества в почве протекает нормально, отношение $C : N$ находится в пределах 20—30 [6, 7, 11]. Последнее свидетельствует о важности оценки эффективности совместного применения сидерата и соломы в конкретных условиях производства.

В связи с этим целью нашей работы было изучить влияние зеленого удобрения в чистом виде и в сочетании с соломой на численность основных групп почвенных микроорганизмов и ферментативную активность почвы при бессменном выращивании ячменя и в специализированном зерновом севообороте.

Условия и методика исследований

Исследования проводили в полевом стационарном опыте, заложенном осенью 1980 г. в учхозе ТСХА «Михайловское». Почва дерново-слабоподзолистая среднесуглинистая на тяжелом покровном суглинке. Содержание гумуса 1,62 %, $pH_{\text{СОЛ}}$ 5,7; гидролитическая кислотность — 2,09 мэкв, сумма поглощенных оснований — 16,1 мэкв на 100 г; содержание подвижного фосфора по Кирсанову — 13,1; калия по Масловой — 16,4 мг на 100 г.

В опыте проводится сравнительное изучение эффективности пожнивного зеленого удобрения (горчица белая — *Sinapis alba* L.) в сочетании с минеральными удобрениями и с соломой при бессменном возделывании ячменя, а также в специализированном шестипольном зерновом севообороте с насыщением зерновыми культурами до 83% площади пашни. Чередование культур в контрольном севообороте с 50% зерновых следующее: многолетние травы (2 года) — озимая пшеница — кукуруза — овес — ячмень; в севообороте с 83% зерновых — занятый пар (вика + овес) — озимая пшеница — овес — ячмень — озимая рожь — ячмень. Пожнивный сидерат в зерновом севообороте использовался в трех полях — после озимых пшеницы и ржи, а также после ячменя перед занятым паром. Объект наших исследований — поле ячменя, идущего в этом севообороте после озимой ржи.

В вариантах опыта с поживным сидератом под ячмень было запахано в севообороте в 1982, 1983 и 1984 гг. соответственно 193, 236 и 157 ц зеленой массы горчицы на 1 га, в бессменных посевах ячменя — в 1983 и 1984 гг. — 202 и 110 ц/га. В вариантах совместного использования горчицы и соломы под ячмень в севообороте было запахано соответственно по годам

зеленой массы 146, 207 и 167 ц/га; в бессменных посевах — 190 и 103 ц/га. Солому запахивали измельченной из расчета 50 ц на 1 га. Минеральные удобрения под ячмень вносили на запланированную урожайность 40 ц/га в количестве 96N120P104K. Подробно схема опыта, агротехника полевых культур и методики приведены в работе [10].

Для определения биологических показателей почвы анализировались почвенные образцы, взятые в посевах ячменя следующих вариантов: 1—4 — бессменное возделывание ячменя соответственно без удобрений, NPK, NPK+поживный сидерат, NPK +поживный сидерат с соломой; 5 — севооборот с 50 % зерновых культур + NPK; 6—8 — севооборот с 83% зерновых культур соответственно NPK, NPK+поживный сидерат, NPK+поживный сидерат с соломой.

Количественный и качественный состав почвенной микрофлоры определяли в свежих почвенных образцах по общепринятым методикам: аммонифицирующие бактерии — на мясопептонном агаре (МПА); бактерии, ассимилирующие минеральный азот, и актиномицеты — на крахмало-аммиачном агаре (КАА), микроскопические грибы — на подкисленной среде Чапека; аэробные азотфиксирующие бактерии рода *Clostridium* — на жидких питательных средах [16].

Активность ферментов оценивали в воздушно-сухих образцах почвы: активность каталазы — методом А. Ш. Галстяна, остальных ферментов — колориметрическим методом с использованием методик Гофмана и Тейхера для определения протеазы, Ромейко и Малинской — для уреазы; методики Хазиева — для инвертазы [17].

Результаты исследований и их обсуждение

Применение зеленой массы горчицы как в чистом виде, так и с соломой и минеральными удобрениями привело к заметному увеличению численности бактерий в почвах специализированного зернового севооборота и бессменных посевов ячменя (табл. 1). Наибольшим оно было при совместном внесении зеленой массы горчицы и соломы в насыщенном зерновом севообороте (вариант 8).

Численность микроорганизмов в почве под бессменным посевом ячменя в варианте 4 (поживный сидерат+солома) была примерно такой же, как в варианте 5 (50 % насыщение зерновыми культурами без органических удобрений).

Количественные изменения микрофлоры почвы наблюдались не только по вариантам опыта, но и по годам и фазам развития ячменя. Если численность аммонифицирующих бактерий в фазу выхода в трубку ячменя в вариантах 3 и 4 (поживный сидерат отдельно и с соломой в бессменных посевах) составила в 1983 г. 13,2 и 17,0 млн/г, то в этот же период 1985 г. — 29,4 и 27,7 млн/г. Количество микроорганизмов в вариантах без органических удобрений оставалось примерно одинаковым в годы исследований, в варианте без удобрения оно снижалось к концу опыта. Наблюдаемое увеличение численности бактерий определяется в первую очередь повышением содержания органического вещества в почве при запахке сидерата и соломы.

В севообороте численность бактерий была выше, чем в бессменных посевах ячменя.

Численность почвенных микроорганизмов (тыс/г) в пахотном слое почвы под посевом ячменя в фазу выхода в трубку

Микроорганизмы	Бессменный посев				Севооборот			
	вариант опыта							
	1—0	2—NPK	3—NPK+ +ПС	4—NPK+ +ПС+С	5—NPK, 50%	6—NPK, 83%	7—NPK+ +ПС, 83%	8—NPK+ +ПС+С, 83%
1983 г.								
Бактерии на МПА	10 814	7 307	13 227	17 067	17 894	17 007	19 824	26 041
Микроорганизмы на КАА:								
всего	9 730	10 428	11 076	14 408	14 918	14 651	16 890	22 011
в т. ч. актиномицеты	2 067	3 100	2 278	2 480	3 577	4 120	4 231	4 978
Грибы	34	28	23	27	18	17	14	14
1984 г.								
Бактерии на МПА	10 429	17 180	21 299	22 821	22 963	19 230	29 011	33 792
Микроорганизмы на КАА:								
всего	8 311	10 255	7 273	14 805	15 590	13 802	27 654	30 584
в т. ч. актиномицеты	1 358	1 821	1 299	2 636	6 523	2 963	5 926	4 675
Грибы	5	6	5	7	4	5	3	5
1985 г.								
Бактерии на МПА	9 008	15 283	29 438	27 764	36 228	25 917	48 236	51 602
Микроорганизмы на КАА: 6								
всего	8 201	11 196	13 048	17 511	28 310	23 917	31 310	44 046
в т. ч. актиномицеты	4 376	5 793	7 368	5 823	4 000	6 310	10 077	9 072
Грибы	22	21	22	18	14	12	10	8

Примечание. В этой и последующих таблицах приняты сокращения: ПС — поживный сидерат, С — удобрение соломой. 50 и 83 % — доля зерновых в севообороте.

Сопоставляя количество бактерий, использующих органический и минеральный азот, можно судить об интенсивности процессов минерализации зеленого удобрения и соломы в почве. В начале вегетации ячменя преобладают бактерии, ассимилирующие органический азот, затем растет численность бактерий, использующих минеральный азот (табл. 2). К концу процесса гумификации наблюдается обильное развитие актиномицетов, которые способны использовать трудноразлагаемые компоненты растительных тканей, а также новообразованные гумусовые вещества.

Из табл. 2 видно также, что наивысшая активность почвенной микрофлоры приурочена к началу лета (фаза выхода в трубку ячменя).

Сезонные изменения численности микроорганизмов объясняются не только колебаниями содержания продуктивной влаги и температуры почвы, но и корневыми выделениями растений (в начале вегетации), которые являются дополнительным источником углерода и энергии для микрофлоры [2, 3], а также корневым опадом к концу вегетации.

Для изучения влияния внесения зеленой массы сидерата и соломы в почву на интенсивность микробиологических процессов в оптимальных условиях (в частности, при влажности почвы, близкой к 60 % ПВ, и температуре воздуха 20—25° [12]) были проведены два вегетационных опыта в теплице Опытной станции полеводства ТСХА в 1983—1984 и 1984—1985 гг. В них изучались все варианты описанного выше полевого опыта, кроме варианта 1 в 1984—1985 гг.

Вегетационные опыты подтвердили результаты полевых исследований: поживное зеленое удобрение как в чистом виде, так и в сочетании с соломой существенно стимулирует развитие микрофлоры почвы. Из

Численность отдельных групп микроорганизмов (тыс/г)
в течение вегетационного периода в пахотном слое почвы
под посевами ячменя в 1985 г.*

Микроорганизмы	Бессменный посев				Севооборот			
	вариант опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Фаза цветения								
Бактерии на МПА	6 475	11 834	18 027	22 445	31 144	22 737	40 154	46 721
Микрорганйзмы на КАА:								
всего	5 996	7 221	9 545	8 238	26 177	24 718	36 225	45 118
в т. ч. актиномицеты	2 218	2 874	3 311	3 024	6 418	6 022	9 753	113 342
Грибы	26	24	17	12	8	11	14	12
Фаза молочно-восковой спелости								
Бактерии на МПА	8 774	14 922	29 247	28 817	34 175	23 294	44 128	46 293
Микроорганизмы на КАА:								
всего	11 327	17 006	19 288	25 340	32 585	28 115	39 157	43 786
в т. ч. актиномицеты	4 188	5 974	8 437	8 994	11 286	9 322	13 533	15 671
Грибы	38	27	25	22	12	6	11	10

* Данные по фазе выхода в трубку см. в табл. 1.

табл. 3 видно, что при внесении органических удобрений численность аммонифицирующих бактерий в почве под бессменным ячменем в 1983—1984 гг. была в 1,2—1,7 раза, а в насыщенном зерновом севообороте — 1,5—2,3 раза выше, чем в аналогичных вариантах на фоне минеральных удобрений. Изменения численности этой группы бактерий под действием вносимых удобрений в вегетационном опыте 1984—1985 гг. были значительнее.

Биологическая деятельность любого почвенного микроорганизма неизбежно сказывается на плодородии почвы, но особенно ценной для земледелия является способность некоторых микроорганизмов связывать свободный азот атмосферы, обогащать им почву. В связи с этим максимальное использование процесса биологической фиксации азота следует считать одной из важных задач земледельцев.

Мы исследовали влияние зеленого удобрения и заправки соломы на численность наиболее распространенных микроорганизмов, способных фиксировать атмосферный азот, — аэробных бактерий рода *Clostridium* — *Cl. pasterianum* и *Cl. acetobutylicum*.

Заправка зеленого удобрения и соломы оказала существенное влияние на микроорганизмы этой группы. Так, численность бактерий *Cl. pasterianum* в указанных вариантах была в бессменных посевах в 9—9,5 раза, а в зерновом севообороте в 6—7 раз выше, чем в соответствующих вариантах без сидерата. Еще больше увеличилась численность *Cl. acetobutylicum* (табл. 4). Активизацию процессов размножения анаэробных азотфиксирующих бактерий рода *Clostridium* можно объяснить поступлением в почву с сидератами и соломой легкодоступных углеводов и других веществ, а также интенсивным ростом аэробной микрофлоры. Минеральный азот не оказывает стимулирующего действия на развитие азотфиксаторов, когда в почву не вносится органическое вещество.

Существует определенная связь между темпами развития анаэробных азотфиксаторов *Cl. acetobutylicum*, *Cl. pasterianum* и уровнем влажности почвы в вариантах опыта с органическими удобрениями. С увеличением влажности возрастает и численность этих бактерий, что, естественно, обуславливает увеличение количества связанного ими азота атмосферы в почве. Наиболее благоприятные условия для развития

Численность микроорганизмов (тыс/г) в почве под ячменем в вегетационных опытах 1983—1984 и 1984—1985 гг.

Микроорганизмы	Бессменный посев				Севооборот			
	вариант опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Опыт 1983—1984 гг.								
Фаза выхода в трубку								
Бактерии на МПА	5 012	7 053	8 633	8 472	8 019	6 112	8 991	9 183
Микроорганизмы на КАА:								
всего	15 315	31 504	38 882	36 341	31 592	22 004	46 206	56 115
в т. ч. актиномицеты	4 243	7 976	9 284	10 421	8 042	6 737	12 240	17 460
Грибы	6,7	4,6	2,4	2,5	6,0	3,6	3,1	2,6
Фаза цветения								
Бактерии на МПА	9 750	11 230	14 620	17 500	15 633	10 820	18 790	22 514
Микроорганизмы на КАА:								
всего	18 533	24 637	27 467	29 200	24 564	22 933	27 800	39 200
в т. ч. актиномицеты	5 023	6 780	7 042	7 934	6 528	5 864	7 231	9 112
Грибы	3,1	2,5	1,8	1,3	3,0	2,3	1,8	1,6
Фаза молочно-восковой спелости								
Бактерии на МПА	7 154	8 780	12 032	15 366	12 845	7 398	15 610	17 317
Микроорганизмы на КАА:								
всего	14 880	22 032	22 927	25 040	20 569	16 260	22 927	30 894
в т. ч. актиномицеты	2 520	5 007	5 333	5 935	4 146	3 171	4 845	7 480
Грибы	4,0	3,8	2,4	2,4	3,0	2,9	2,3	2,5
Опыт 1984—1985 гг.								
Фаза выхода в трубку								
Бактерии на МПА	—	6 674	12 685	24 447	6 810	6 597	22 214	32 266
Микроорганизмы на КАА:								
всего	—	8 838	24 874	29 495	13 374	12 330	45 492	48 576
в т. ч. актиномицеты	—	1 730	4 455	5 850	2 700	2 589	6 511	7 266
Грибы	—	5,0	6,2	5,3	3,8	6,4	5,8	5,9
Фаза цветения								
Бактерии на МПА	—	15 216	27 199	37 344	25 484	17 792	38 104	50 907
Микроорганизмы на КАА:								
всего	—	10 736	26 453	35 740	16 244	11 836	40 871	44 867
в т. ч. актиномицеты	—	2 214	5 085	6 378	3 080	2 232	6 590	8 333
Грибы	—	8,7	5,8	6,1	6,9	6,6	4,2	4,7
Фаза молочно-восковой спелости								
Бактерии на МПА	—	7 024	14 243	15 931	9 703	8 273	18 974	20 238
Микроорганизмы на КАА:								
всего	—	13 613	19 905	21 599	15 238	12 886	23 210	25 119
в т. ч. актиномицеты	—	2 738	3 874	4 177	3 691	2 148	5 298	5 311
Грибы	—	2,1	1,8	2,1	2,5	2,0	2,9	2,4

анаэробных азотфиксаторов создаются при влажности почвы 85 % ППВ [7].

Таким образом, внесение в почву зеленого удобрения совместно с соломой активизирует деятельность почвенной микрофлоры, в частности азотфиксирующей. Это приводит к обогащению почвенного слоя соединениями азота, доступными для растений (табл. 5).

Зеленое удобрение и солома являются энергетическим материалом не только для микроорганизмов, но и источником энергии для биологических процессов. В качестве показателя биологической активности почвы мы использовали активность почвенных ферментов [18, 19].

Численность азотфиксирующих микроорганизмов в пахотном слое почвы под посевами ячменя в фазу выхода в трубку

Вариант опыта	Cl. pasterianum, тыс./г			Cl. acetobutylicum, тыс./г			Azotobacter, % образовавшихся колоний		
	1983	1984	1985	1983	1984	1985	1983	1984	1985
В бессменных посевах									
1	9	11	8	337	893	558	24	58	36
2	10	13	8	393	1 287	1 177	18	50	32
3	60	90	55	1 508	9 000	5 535	29	58	41
4	110	244	95	3 570	11 590	12 025	34	50	48
В зерновом севообороте									
5	93	170	25	774	1 105	1 188	38	64	50
6	90	74	25	522	825	2 490	20	58	46
7	188	470	92	10 346	17 650	18 450	40	72	58
8	212	900	119	17 470	29 770	24 969	44	78	70

Внесение зеленого удобрения в чистом виде и совместно с соломой изменяло ферментативную активность почвы. Наиболее существенно в летний период увеличивалась активность протеазы и уреазы (табл. 6). Так, в бессменных посевах ячменя в варианте с сидератом протеазная активность почвы повысилась в 2,0—2,5 раза, а при сочетании сидерата с соломой — в 2,7 раза по сравнению с контролем (неудобряемая почва). Наблюдалось увеличение активности этих ферментов при запашке сидерата с соломой и в зерновом севообороте. Повышение активности протеазы и уреазы, участвующих в трансформации азотсодержащих органических соединений, в период трубкавания и цветения ячменя благоприятно для развития растений. К концу вегетации активность этих ферментов снижалась. Такой характер сезонной динамики способствует рациональному использованию органического вещества [19].

Прслеживалась тенденция к усилению активности каталазы и инвертазы в вариантах с зеленым удобрением, применяемым в чистом

Таблица 5

Динамика содержания нитратного и аммиачного азота (мг на 1 кг абсолютно сухой почвы) в пахотном слое под посевами ячменя в 1983 г. (в числителе) и 1984 г. (в знаменателе)

Фаза развития	Бессменный посев				Севооборот			
	вариант опыта							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Нитратный азот								
Выход в трубку	2,0	24,5	22,5	25,7	22,5	4,2	32,0	17,0
	7,5	25,0	21,8	16,5	30,2	13,5	25,6	17,4
Цветение	3,6	5,4	16,6	13,4	33,0	5,6	16,6	6,7
	Сл.	Сл.	Сл.	17,2	Сл.	Сл.	Сл.	10,1
Молочно-восковая спелость	Сл.	3,1	59,8	15,1	5,4	0,4	7,1	5,6
	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.	Сл.
Аммиачный азот								
Выход в трубку	11,0	12,4	14,3	15,8	25,4	12,7	27,9	31,5
	7,3	12,5	13,5	16,9	19,4	10,3	20,0	11,6
Цветение	7,7	8,0	6,8	7,1	6,3	5,5	7,4	7,2
	5,2	8,1	26,5	17,9	8,7	9,6	15,9	21,7
Молочно-восковая спелость	22,8	26,7	34,2	31,5	27,3	20,1	23,6	24,0
	5,7	32,1	35,6	29,3	14,3	19,7	38,4	31,3

Активность ферментов почвы под посевами ячменя в фазу выхода в трубку

Фермент*	Бессменный посев				Севооборот				НСР ₀₅
	вариант опыта								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
1983 г.									
Протеаза	15,9	23,8	39,7	42,3	22,5	30,4	39,7	47,6	0,77
Уреаза	0,7	1,6	2,4	2,2	2,0	1,6	2,3	2,5	0,05
Инвертаза	51,6	56,2	61,3	63,3	62,0	59,4	64,4	66,1	0,51
Каталаза	3,3	3,4	3,8	4,0	3,8	3,6	4,2	3,9	0,07
1984 г.									
Протеаза	23,2	25,0	36,0	41,0	33,1	27,8	39,9	44,2	0,40
Уреаза	1,1	1,7	2,0	2,4	1,7	1,2	1,9	2,3	0,07
Инвертаза	59,3	63,5	65,2	65,8	64,3	62,7	66,4	66,7	0,25
Каталаза	3,1	3,4	3,8	4,0	3,5	3,5	4,0	4,2	0,09
1985 г.									
Протеаза	22,5	27,0	34,3	42,2	33,1	25,3	37,8	46,3	0,38
Уреаза	1,3	1,6	1,8	2,1	1,8	1,5	2,1	2,6	0,07
Инвертаза	57,3	58,7	63,3	64,4	60,1	58,4	64,4	65,2	0,47
Каталаза	3,2	3,5	3,8	4,1	3,5	3,6	3,9	4,1	0,09

* Содержание протеазы выражено в мг аминного азота на 100 г почвы за 20 ч, уреазы — мг на 100 г почвы, инвертазы — мг глюкозы на 100 г почвы, каталазы — мг О.

виде и совместно с соломой. Следовательно, здесь активнее проходили окислительно-восстановительный процесс, катализируемый ферментом каталазой, и трансформация углеводов с помощью инвертазы.

Выводы

1. Использование пожнивного зеленого удобрения (горчицы белой) в чистом виде и в сочетании с соломой повышает биологическую активность дерново-подзолистой почвы при бессменном возделывании ячменя и в специализированном шестипольном зерновом севообороте. При этом численность бактерий, использующих минеральный и органический азот почвы, увеличивается в пахотном слое на делянках бессменного посева в 2—3 раза, а под ячменем в севообороте в 1,5—2 раза.

2. Пожнивное зеленое удобрение в чистом виде и особенно в сочетании с соломой на фоне минеральных удобрений активизирует деятельность почвенной свободноживущей (несимбиотической) микрофлоры, способной фиксировать атмосферный азот,— *Cl. pasterianum*, *Cl. acetobutylicum*.

3. Под влиянием пожнивного сидерата, примененного совместно с соломой, повышается ферментативная активность дерново-подзолистой почвы в специализированном зерновом севообороте и при бессменном посеве. При этом содержание протеазы в почве в период наиболее активного роста ячменя (фаза выхода в трубку) увеличивается в среднем соответственно на 46,5 и 61,8 %, уреазы на 22,7 и 34,5, инвертазы на 3,8 и 6,4, каталазы на 12,1 и 13,4 % по сравнению с их содержанием в почве плодосменного севооборота без органических удобрений при внесении минеральных удобрений.

4. В результате активизации почвенной биоты, в частности усиления жизнедеятельности азотфиксирующей микрофлоры при использовании пожнивного сидерата в сочетании с удобрением соломой, улучшается обеспечение растений доступными формами азота, создаются благоприятные условия для формирования урожая.

1. Андрусенко И. И., Коваленко А. М. Микробиологические процессы в почве орошаемых севооборотов при различном насыщении их озимой пшеницей. — Микробиол. журн., 1981, 43, № 3, с. 302—306. — 2. Берестецкий О. А., Торжевский В. И. Биологические свойства темно-каштановой почвы при различном насыщении севооборота озимой пшеницей. — Тр. ВНИИСХМ, 1978, с. 47, с. 5—10. — 3. Берестецкий О. А., Торжевский В. И., Мочалов Ю. М. Особенности микробиологии дерново-подзолистой почвы при бессменном выращивании с.-х. растений в севообороте. — Микробиология, 1976, т. 45, вып. 4, с. 710—716. — 4. Воробьев С. А. Севооборот — важный фактор оздоровления почвы, посевов и окружающей среды. — Вестн. с.-х. науки, 1978, № 11, с. 37—45. — 5. Гродзинский А. М. и др. Аллелопатическое почвоутомление. — Киев: Наукова думка, 1979. — 6. Довбан К. И. Применение зеленых удобрений в интенсивном земледелии. — Минск: Ураджай, 1981. — 7. Емцев В. Т., Ницэ Л. К. Влияние соломы на микробиологические процессы в почве при ее использовании в качестве органического удобрения. — В кн.: Использование соломы как орган, удобрения. М.: Наука, 1980, с. 70—103. — 8. Кружков Н. К. Пожнивное зеленое удобрение дерново-подзолистой почвы в зерновых севооборотах. — Автореф. канд. дис. М., 1978. — 9. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. — М.: Россельхозиздат, 1980. — 10. Лошаков В. Г., Иванова С. Ф., Асхабов Р. Ю. и др. Баланс азота, фосфора и калия и интенсивных зерновых севооборотах. — Изв. ТСХА, 1985, вып. 6, с. 3—11. — 11. Лошаков В. Г., Сидоренко О. Д., Султанов М. М. Влияние пожнивных зеленых удобрений на микрофлору дерново-подзолистой почвы в зерновых севооборотах. — Изв. ТСХА, 1984, вып. 5, с. 70—78. — 12. Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Микробиология — М.: Колос, 1978, с. 178—190. — 13. Паников В. Севообороты — основа культуры земледелия. — Земледелие, 1971, № 2, с. 27—36. — 14. Румянцев В. И., Козырев М. А., Козырева М. Д. Влияние поживной сидерации на биологическую активность дерново-подзолистых почв. — В сб.: — Агротехн. приемы повышения урожайности с.-х. культур в условиях Калининской обл. М., 1980, с. 63—67. — 15. Степаненко А. Я. Бессменные посеы и севообороты. — Земледелие, 1975, № 10, с. 29—32. — 15. Теппер Е. З., Шильникова В. К., Перверзева Г. И. Практикум по микробиологии. — М.: Колос, 1979. — 17. Хазиев Ф. Х. Ферментативная активность почв/Метод. пособие. М.: Наука, 1976. — 18. Чундерова А. И., Зубец Т. П. Влияние севооборота на активность биохимических процессов в дерново-подзолистой почве. — Сб. докл. симпозиума по ферментам почвы. Минск, 1968, с. 164—171. — 19. Щербакова Т. А. Ферментативная активность почв и трансформирование органического вещества. — Минск: Наука и техника, 1983. — 20. L i s t e H. I., E h g e p r h o g d t V. Die Wirkung von Intensivierungsmassnahmen in Getreidefruchtfolgen. Wiss. Z. Martin — Liither — Univ. Halle — Wittenberg. Math. — naturewiss. Rehe, 1977, Bd. 26, H. 4, S. 29—38. — 21. Schreder W., Woss R. — Crops Soil Magazin, 1980, vol. 32, p. 15—18.

Статья поступила 3 февраля 1986 г.

SUMMARY

The results of studying the effect of mineral fertilizing, stubble green manuring (*Sinapis alba* L.), and straw manuring on microbiological and fermentative processes in soddy-podzolic soils of the central region of non-chernozem zone of the Russian Federation are discussed. When stubble green manure is used alone, or in combination with straw manure in growing barley both in a specialized grain crop rotation or as a monoculture, biological soil activity becomes higher, nitrate and ammonium nitrogen content in the arable layer increases, and protease and urease soil activity gets more intensive.