

ПЛОДОРОДИЕ ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ ПОЧВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ЗЕРНОВЫХ СЕВОБОРОТОВ ПРИ ДЛИТЕЛЬНОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПОЖНИВНОЙ СИДЕРАЦИИ

В.Г. ЛОШАКОВ, Ю.Д. ИВАНОВ, В.А. НИКОЛАЕВ

(Кафедра земледелия и методики опытного дела)

Рассматриваются вопросы биологизации и экологизации земледелия центральных областей Нечерноземной зоны и воспроизводства плодородия дерново-подзолистых почв в зерновых севооборотах и при бессменных посевах зернофуражных культур с помощью пожнивного сидерата — горчицы белой (*Sinapis alba* L.).

Воспроизводство плодородия дерново-подзолистых и других почв в Нечерноземной зоне тесно связано прежде всего с созданием бездефицитного баланса гумуса, который является не только носителем питательных веществ для растений, но и источником энергии для полезной почвенной микрофлоры, существенно влияет на структуру, водно-воздушные и другие свойства почвы [5, 7, 11, 17]. Установлена высокая динамичность процессов минерализации гумуса. Известно, что в условиях промывного режима в зависимости от вида возделываемых полевых культур почвы данного региона теряют в среднем от 0,5 до 1,5 т/га гумуса ежегодно [7, 15, 19].

Для восполнения таких потерь гумуса на 1 га пашни необходимо вносить десятки тонн навоза или ему подобных органических удобрений. Но при остром дефиците навоза в связи с резким сокращением поголовья животноводства в последние годы актуальным становится применение других видов органического удобрения — зеленого удобрения и

соломы. Это особенно важно для хозяйств так называемого «безнавозного типа», специализирующихся на производстве зерна и другой продукции растениеводства при отсутствии или слабом развитии животноводства [1, 3, 6, 9, 10, 16]. .

Идеи Д.Н. Прянишникова о люпинизации земледелия Нечерноземной зоны получили развитие и глубокое научное обоснование в трудах многих ученых [1, 2, 6, 16, 18 и др.]. Но, к сожалению, по ряду причин они пока не нашли широкой реализации в практике земледелия. Одна из них та, что поле, занятое сидеральной культурой, в течение года не дает никакой товарной продукции. Экономически более выгодной является промежуточная форма сидерации, когда вместо сидерального пара используются сидеральные культуры, выращенные в виде пожнивных, подсеваемых и других промежуточных культур [3, 4, 6, 11, 12 и др.].

Установлено, что в условиях центральных и других областей Нечерноземной зоны в качестве сидератов особенно пригодны пожнивные посе-

вы горчицы белой, редьки масличной, рапса ярового и озимого, фацелии, подсевные посевы сераделлы, райграса однолетнего, донника, люпина многолетнего и другие. Промежуточные сидераты оказывают положительное влияние на баланс органического вещества, агрофизические и другие показатели плодородия почвы, на фитосанитарное состояние посевов, особенно в зерновых севооборотах. Являясь важным фактором биологизации земледелия, они предохраняют почву от эрозии, способствуют охране окружающей среды, обеспечивают устойчивое экологическое равновесие и получение экологически чистой продукции [2, 6, 8, 10-14 и др.]. Эти вопросы актуальны, и они были в центре внимания наших многолетних исследований.

Методика

Исследования проводились в полевом опыте, заложенном кафедрой земледелия и методики опытного дела МСХА им. К.А. Тимирязева на экспериментальной базе в учхозе «Михайловское» Московской обл. в 1980 г. с различным насыщением севооборотов зерновыми культурами и бессменными посевами. Схема опыта строилась с учетом того, что дальнейшая специализация зернового севооборота" с насыщением его зерновыми культурами свыше 75% площади возможна лишь при дополнительном включении в него пожнивной сидеральной культуры — белой горчицы — и соломы в качестве удобрения.

Варианты опыта: I — плодосменный севооборот с 50% зерновых культур: 1-2 — многолетние травы 1-2-го г.п., 3 — озимая пшеница, 4 — кукуруза на силос, 5 — овес, 6 — ячмень с подсевом многолетних трав

(контроль); II — зернотравяной севооборот с 67% зерновых: 1-*е поле — клевер 1-го г.п., 2 — озимая пшеница, 3 — овес, 4 — однолетние травы на з.к., 5 — озимая рожь, 6 — ячмень с подсевом клевера; III — зерновой севооборот с 83% зерновых: 1 — вика-овес на з.к., 2 — озимая пшеница, 3 — овес, 4 — ячмень, 5 — озимая рожь, 6 — ячмень; IV — зерновой севооборот — тот же, что и III севооборот, + пожнивный сидерат горчицы (ПС) после озимой пшеницы, ржи и ячменя, идущего после ржи; V — зерновой севооборот — тот же, что и IV севооборот, + удобрение соломой (С) после уборки озимой пшеницы, ржи и ячменя, идущего после ржи. Кроме того, в опыте изучали бессменные посевы ячменя: 1 — без удобрений, 2 — на фоне NPK, 3 — NPK+ПС, 4 — NPK+ПС+С и овес: 1 — без удобрений, 2 — NPK. Все севообороты заложены и испытываются на фоне NPK. Минеральные удобрения (NPK) вносятся в расчете на запланированный урожай зерновых культур: яровых — 4 т/га, озимых — 5 т/га зерна, в количестве 96N120P1G4K под ячмень и овес, 200N160P120K под озимую пшеницу и 120N160P120K под озимую рожь. Минеральный азот вносится под озимые дробно в три срока: 25% нормы при посеве, 50% — весной в подкормку и 25% — в фазу колошения для повышения белковости зерна. В вариантах с пожнивным сидератом часть азота (50N), предназначенного под последующую яровую культуру, вносили под посев пожнивной горчицы. Для борьбы с сорняками на посевах зерновых и кукурузы применяются современные гербициды: агротекс, 2,4-Д (аминная соль), симазин осенью.

Почва опытного участка дерново-подзолистая среднесуглинистая средней степени окультуренности.

Содержание углерода гумуса в пахотном слое (0~20 см) почвы перед закладкой опыта составляло 1,94%, подвижного фосфора по Кирсанову — 13,1 мг, обменного калия по Масловой — 16,4 мг на 100г почвы, рН_{сол} 5,7. Севообороты и бессменные культуры полностью развернуты во времени и на полях-делянках. Размер делянок 80 м²(16x5), повторность опыта 4-кратная, размещение вариантов рендомизированными блоками в 4 яруса.

В опыте применяется общепринятая агротехника для культур Московской области и высеваются сорта, районированные перспективные для хозяйств Центрального района Нечерноземной зоны России. Для пожнивных посевов используется горчица белая (*Sinapis alba* L.) сорта Лунинская. Урожай учитывали сплошным методом, а исследования выполняли по действующим ГОСТам и методикам, применяемым в научных и опытных учреждениях. Математическую обработку данных проводили методом дисперсионного анализа.

Результаты

Исследования, проведенные ранее на кафедре земледелия и методики опытного дела МСХА, показали, что наиболее пригодной пожнивной культурой для условий Подмосковья яв-

ляется горчица белая [10, 11]. При пожнивном посеве в первой декаде августа эта культура к началу октября дает в среднем 2,32 т/га абсолютно сухого вещества, а в отдельные годы — 4,0-4,5 т/га. При запашке этого сидерата с 1 т сухого вещества в почву поступает в среднем 386 кг углерода, 31 кг азота, 11 кг P₂O₅, 19 кг K₂O. Соотношение C:N в органической массе — в пределах 8-12:1. Однако продуктивность белой горчицы как пожнивного сидерата во многом зависит от сроков посева, последние зависят от сроков уборки предшественника и погодных условий, что подтверждается результатами наших исследований (табл. 1).

Лучшими предшественниками для поживной горчицы являются озимые пшеница и рожь, удовлетворительными — ячмень и неподходящими — овес, по которому урожая зеленой массы практически не получали. В бессменных посевах ячменя урожайность поживной горчицы мало отличалась от таковой по ячменю в специализированном зерновом севообороте. Поживный период для горчицы после уборки зерновых культур продолжался: при посеве по озимой пшенице — 70-72 дня, по озимой ржи — 60-63 дня, по ячменю — 54-56 дней с гидротермическим коэффициентом увлажнения, равным соответственно

Т а б л и ц а 1

Урожайность поживной горчицы (т/га) в зависимости от предшественника
(Учхоз «Михайловское», 1980—2003 гг.)

Место возделывания	Предшественник	В среднем за урожайные годы	В среднем за 23 года	Процент урожайных лет
Зерновой севооборот с 83% зерновых	Оз. пшеница	20,5	18,7	91
	Оз. рожь	19,1	16,7	87
	Яр. ячмень	11,1	8,2	74
Бессменные посева ячменя с 1981 г.	Яр. ячмень	10,8	8,0	74

2,73; 2,67 и 3,02. Процент урожайных лет при размещении поживной горчицы после уборки озимой пшеницы составил 91, после ржи — 87 и после ячменя — 74.

В регулировании баланса органического вещества большое значение имеют растительные остатки сельскохозяйственных культур. Известно, что разные культуры оставляют в почве после их уборки неодинаковое количество органического вещества в форме корневых и поукосных остатков, оказывая таким образом неравнозначное влияние на содержание гумуса в почве и количество воднорасщепляемых агрегатов. Многолетние исследования кафедры земледелия и методики опытного дела МСХА в стационарных опытах на дерново-подзолистых почвах в учхозах «Щапово», «Михайловское» показали, что многолетние травы при двухлетнем использовании оставляют в почве в слое 0-20 см до 7-8 т/га сухого вещества в форме корневой и поукосных остатков, озимые зерновые (пшеница, рожь) — до 3,5—5 т/га, яровые зерновые (ячмень, овес) — до 1,6-

3 т/га, в то же время пропашные (свекла, картофель) — лишь до 0,6—1,3 т/га. Это составляет 50-60% у многолетних трав, 30-35% у озимых зерновых культур и 10—15% у пропашных всей синтезированной растительной органической массы. Насыщение севооборота зерновыми культурами при исключении из него посевов многолетних трав приводит к снижению накопления в почве органических остатков, что отрицательно сказывается на пополнении запасов гумуса и агрофизических свойствах почвы.

В севооборотах с 50 и 67% зерновых культур за счет многолетних трав и клевера, а также за счет большей фитомассы остальных культур, полученной благодаря лучшим условиям роста и развития, среднее ежегодное поступление растительных остатков в почву составило соответственно 5,05 и 4,32 т/га абсолютно сухого вещества. Этот показатель при насыщении севооборота зерновыми культурами до 83% площади составляет 3,8 т/га, что на 24,8% ниже, чем в плодосменном севообороте I (табл. 2)

Т а б л и ц а 2

Поступление растительных остатков в почву в специализированных зерновых севооборотах (в среднем за 1994-1997 гг., слой 0-20 см)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Растительные остатки, т абсолютно сухого вещества в год в расчете на 1 га				
		поживные	корневые	поживный сидерат (ПС)	солома (С)	всего
I — 50	НПК	1,87	3,18	—	—	5,05
II — 67	НПК	1,57	2,75	—	—	4,32
III — 83	НПК	1,40	2,40	—	—	3,80
IV — 83	НПК+ПС	1,47	2,76	0,79	—	5,02
V — 83	НПК+ПС+С	1,45	2,85	0,70	2,46	7,46
Бессеменные посевы ячменя с 1981г. — 100	Без удобрений	0,77	1,46	—	—	2,23
	НПК'	1,64	2,11	—	—	3,75
	НПК+ПС	1,82	2,40	0,95	—	5,17
	НПК+ПС+С	1,41	2,40	0,91	2,86	7,58

В зерновом севообороте с длительным применением пожнивного зеленого удобрения (горчицы белой) поступление органического вещества на гектар севооборотной площади увеличилось на 1,2 *ф/га*, или на 32,1%, по сравнению со специализированным севооборотом с 83% зерновых культур на фоне одних минеральных удобрений. При совместной заправке пожнивной горчицы и соломы (ПС+С) количество абсолютно сухого органического вещества увеличилось на 0,7 т/га за счет пожнивной горчицы и на 2,4 т/га за счет соломы на удобрение. В данном случае при длительном использовании в специализированном зерновом севообороте пожнивного зеленого удобрения с соломой поступление растительных остатков в пахотный слой почвы увеличилось до 7,46 т/га, а при использовании лишь одного сидерата — до 5,02 т/га.

В бессменных посевах ячменя размеры поступления растительных остатков в почву были такими же, что и в специализированном зерновом севообороте с 83% зерновых. Сходным в обоих случаях оказалось дей-

ствие пожнивного сидерата и соломы на пополнение запасов органических остатков в почве. При отсутствии минеральных удобрений темпы накопления растительных остатков в почве бессменных посевов ячменя были наименьшими.

Существенное пополнение почвы растительной органической массой при использовании пожнивной сидерации в течение трех 6-летних ротаций зернового севооборота оказало положительное влияние на содержание гумуса и общего азота в почве (табл. 3). Как уже отмечалось, содержание гумуса в почвах с промывным режимом во времени достаточно подвижно и поэтому в наших исследованиях по ротациям севооборотов оно колебалось в общих пределах от 1,67 до 2,15%.

Однако сравнительный анализ показывает, что если на фоне только минеральных удобрений в зерновом севообороте четко обозначена тенденция к снижению запасов гумуса в пахотном слое почвы, то в тех же севооборотах с длительным использованием пожнивного зеленого удобрения, особенно в сочетании с

Т а б л и ц а 3

Динамика содержания гумуса и общего азота в пахотном слое почвы 0-20 см по ротациям севооборотов, % (1980-1998 гг.)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Содержание гумуса, %С			Содержание общего азота, %		
		1980 г. (исход.)	1986 г. I ротация	1998 г. III ротация	1980 г. (исход.)	1986 г. I ротация	1998 г. III ротация
I — 50	НПК	2,00	1,89	1,93	0,094	0,085	0,115
II — 67	НПК	1,96	1,79	—	0,094	0,085	—
III — 83	НПК	1,91	1,81	1,72	0,099	0,083	0,105
IV — 83	НПК+ПС	1,90	1,82	1,89	0,099	0,086	0,115
V — 83	НПК+ПС+С	1,92	1,78	2,01	0,094	0,082	0,117
Бессменные посева ячменя	Без удобрений	1,86	1,70	1,67	0,096	0,085	0,108
	НПК'	1,82	1,69	1,83	0,105	0,091	0,110
	НПК+ПС	2,15	1,81	1,96	0,104	0,093	0,118
	НПК+ПС+С	1,95	1,94	1,94	0,092	0,098	ОД 20

удобрением соломой, от ротации к ротации прослеживается увеличение его содержания до уровня плодосменного севооборота с двухгодичным использованием посевов многолетних трав (табл. 3). Эта же тенденция прослеживается и по содержанию в почве общего азота.

Несмотря на то, что при бесменных посевах ячменя в почву поступает несколько меньше органической массы, тем не менее и здесь проявляется положительный накопительный эффект по содержанию в почве как гумуса, так и общего азота от применения пожнивной сидерации. И в зерновых севооборотах, и при бесменных посевах при использовании пожнивной сидерации отмечалось возрастание содержания в пахотном слое почвы воднорастворимой фрак-

ции гумуса на фоне повышенной биологической активности почвы.

Обогащение почвы органическим веществом оказывает положительное влияние не только на динамику гумуса и азота в почве, но и на ее агрофизические свойства и в первую очередь на структуру. Это особенно важно при специализации земледелия на производстве зерна. Результаты наших исследований показали, что насыщение полевых севооборотов зерновыми культурами с 50 до 83% севооборотной площади, а также бесменные посевы ячменя и овса сопровождаются снижением содержания в пахотном слое почвы воднорчных структурных агрегатов, уплотнением почвы и снижением ее водопроницаемости (табл. 4). Однако возделывание и запашка пожнивной

Т а б л и ц а 4

Агрофизические свойства почвы (слой 0~20 см — числитель, 20_30 см — знаменатель) в специализированных зерновых севооборотах и в бесменных посевах культур (в среднем за 1990-1993 гг.)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Ячмень			Овес		
		плотность, г/см ³	сумма воднорчных агрегатов >0,25 мм, %	водопроницаем мость, мм/мин	плотность, г/см ³	сумма воднорчных агрегатов >0,25 мм, %	водопроницаем мость, мм/мин
I — 50	NPK	<u>1,32</u>	<u>37,7</u>	<u>2,8</u>	<u>1,24</u>	<u>34,2</u>	<u>2,6</u>
		1,34	35,7	2,9	1,34	32,8	2,7
III — 83	NPK	<u>1,31</u>	<u>34,4</u>	<u>2,0</u>	<u>1,30</u>	<u>34,2</u>	<u>2,1</u>
		1,35	31,6	2,3	1,32	30,8	2,5
IV — 83	NPK+ПС	<u>1,24</u>	<u>37,6</u>	<u>3,3</u>	<u>1,20</u>	<u>41,8</u>	<u>2,5</u>
		1,30	34,9	3,3	1,32	33,0	3,0
V — 83	NPK+ПС+С	<u>1,22</u>	<u>40,1</u>	<u>3,4</u>	<u>1,20</u>	<u>40,1</u>	<u>2,2</u>
		1,32	37,4	3,2	1,28	37,5	3,1
Бесменные посе вы с 1981 г.	0	<u>1,34</u>	<u>31,4</u>	<u>1,8</u>	<u>1,30</u>	<u>29,5</u>	<u>1,7</u>
		1,36	20,7	1,9	1,33	30,3	2,2
	NPK	<u>1,33</u>	<u>31,7</u>	<u>1,9</u>	<u>1,32</u>	<u>31,5</u>	<u>1,6</u>
		1,36	30,8	2,1	1,36	30,5	2,1
	NPK+ПС	<u>1,28</u>	<u>41,2</u>	<u>3,0</u>	—	—	—
		1,34	33,6	3,1	—	—	—
	NPK+ПС+С	<u>1,29</u>	<u>37,9</u>	<u>2,9</u>	—	—	—
		1,35	34,8	3,0	—	—	—
НСР ₀₅		0,03	2,9		0,05	2,3	

го сидерата горчицы как в чистом виде, так и особенно в сочетании с соломой заметно улучшают все эти показатели. При бессменных посевах ячменя также наблюдался положительный эффект от этих агроприемов, причем в меньшей степени, чем в севообороте, из-за более низкой урожайности здесь пожнивного сидерата.

Что касается влияния пожнивного сидерата горчицы на процессы биологического окультуривания дерново-подзолистой почвы, то свежая растительная масса сидерата, богатая белками и углеводами, способствовала усилению биологической и ферментативной активности почвы. При этом в несколько раз повышалась активность почвенных сапрофитных микроорганизмов и в целом усиливались обменные процессы в почве, положительно влияющие на основные показатели ее плодородия, особенно из биологической группы. В результате этого пожнивное зеленое удобрение, имеющее узкое соотношение углерода к азоту (C : N), выполняет роль катализатора при разложении растительных остатков в почве [10, 11]. Данное обстоятельство имеет также большое экологическое значение, так как, ускоряя разложение растительных остатков — носителей почвенных фитопатогенов, зеленое удобрение повышает биологическую активность сапрофитной микрофлоры, которая является антагонистом почвенных грибов — возбудителей многих болезней культурных растений. В результате этих процессов после пожневной сидерации снижается поражаемость растений болезнями. Такое биологическое воздействие пожнивного сидерата экологически важно с позиций ограничения применения фунгицидов как фактора риска для окружающей среды и замены их биологическими ме-

тодами защиты растений от болезней.

Наибольший вред зерновым культурам в Нечерноземной зоне среди грибных заболеваний приносят корневые гнили. Специализация полевых севооборотов на производстве зерна, связанная с расширением посевов зерновых культур, приводит к усилению развития этих заболеваний на растениях и снижению урожая. Поэтому особое значение приобретает защита зерновых культур от этих опасных заболеваний.

Изучение развития корневых гнилей на культуре ячменя и озимой пшеницы в течение 11 лет в опытных севооборотах показало, что уровень распространения и вредности данного заболевания на обеих культурах достаточно высокий (табл. 5). При этом прослеживается зависимость усиления развития корневых гнилей на культуре ячменя от насыщения полевого севооборота зерновыми колосовыми культурами. Пожневной сидерат в чистом виде и при совместной запашке с соломой тормозит развитие данного заболевания в посевах ячменя в специализированном севообороте. В бессменных посевах ячменя корневые гнили развивались заметно сильнее, чем в севооборотах, причем сидерат как в чистом виде, так и в сочетании с соломой не оказывал заметного влияния на развитие этого заболевания. Это связано с тем, что урожай зеленой массы пожневной горчицы в бессменных посевах после ячменя ниже, чем после озимых пшеницы и ржи в севооборотах, где высевается ячмень.

Среди предшественников озимой пшеницы наибольшее развитие корневых гнилей наблюдалось в посевах ее по викоовсяной смеси на зеленый корм в специализированном севообороте с 83% площади зерно-

Таблица 5

Развитие корневых гнилей на зерновых культурах в специализированных севооборотах и в бессменных посевах, % (1991-2003 гг.)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Ячмень		Оз. пшеница	
		больных растений	развитие болезни	больных растений	развитие болезни
I — 50	НРК	48,3	18,8	51,6	22,1
II — 67	НРК	48,9	20,4	47,4	17,8
III — 83	НРК	54,7	23,2	56,5	25,9
IV — 83	НРК+ПС	48,7	19,3	51,1	21,5
V — 83	НРК+ПС+С	50,6	21,1	50,5	22,7
Бессменные посева ячменя с 1981 г.	Без удобрений	61,0	28,8	—	—
	НРК	55,4	23,8	—	—
	НРК+ПС	55,2	22,7	—	—
	НРК+ПС+С	57,2	25,6	—	—

Примечание. Для ячменя исключены 1990, 1993, 1994 гг.; для озимой пшеницы — 1991, 1993, 1994 гг.

вых культур, затем по многолетним травам 2-го г.п. в плодосменном севообороте, а наименьшее — по клеверу 1-го г.п. в севообороте с 67% площади зерновых (табл. 5). Длительное использование пожнивного сидерата в чистом виде и в сочетании с соломой на удобрение в специализированном зерновом севообороте оказывало накопительное последствие (аккумулирующий эффект) в подавлении корневых гнилей на озимой пшенице больше, чем на ячмене. Снижение заболеваемости растений корневыми гнилями в посевах пшеницы в среднем за 11 лет составило 9,6-10,6%, а вредоносности — на 12,4—17,0% (см. табл. 4).

Расширение посевов зерновых культур в специализированном полевом севообороте приводило к увеличению уровня засоренности, особенно специализированными сорняками. При этом наибольший эффект в улучшении фитосанитарного состояния посевов зерновых достигался при использовании лучших чередований зерновых с культурами из других групп (трав, пропашных,

зернобобовых и разных видов зерновых культур) при включении промежуточных посевов на корм и зеленое удобрение на фоне высокой агротехники с применением химических средств защиты растений.

Насыщение полевого севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% площади на фоне систематического применения полного минерального удобрения (НРК) и использования гербицидов не приводило к увеличению засоренности посевов (табл. 6).

Так, количество сорняков в посевах озимой пшеницы в среднем за 9 лет (1995-2003) весной до обработки гербицидами в плодосменном севообороте составило 56,3 шт/м², а в специализированном с 83% зерновых — 37,0 шт/м², а перед уборкой — соответственно 27,7 и 35,3 шт/м², или было на 34,3 и на 21,5% меньше. В то же время в посевах ячменя количество сорняков в этих севооборотах весной составило 105,8 и 86,0 шт/м², а перед уборкой — 37,2 и 33,8 шт/м², или было на 18,7 и на 9,1% меньше, чем в плодосмене (табл. 7).

Т а б л и ц а 6

Засоренность посевов озимой пшеницы в специализированных севооборотах
(в среднем за 1995-2003 гг.)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Весной, до обработки гербицидами		Перед уборкой культуры			
		количество, шт/м ²		количество, шт/м ²		абсолютно су- хая масса, г/м ²	
		всего сорня- ков	в т.ч. много- летних	всего сорня- ков	в т.ч. много- летних	всего сорня- ков	в т.ч. много- летних
I — 50	NPK	56,3	3,9	35,3	9,8	36,8	18,9
II — 67	NPK	37,1	1,4	22,9	2,1	18,3	2,2
III — 83	NPK	37,0	0,5	27,7	1,3	24,1	1,9
IV — 83	NPK+ПС	31,2	0,4	18,1	0,5	19,0	1,2
V — 83	NPK+ПС+С	35,3	0,7	23,1	1,9	22,9	1,5

Т а б л и ц а 7

**Засоренность посевов ячменя в специализированных севооборотах
и при бессменной культуре** (в среднем за 1995-2003 гг.)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Весной, до обработки гербицидами		Перед уборкой культуры			
		количество, шт/м ²		количество, шт/м ²		абсолютно су- хая масса, г/м ²	
		всего сорня- ков	в т.ч. много- летних	всего сорня- ков	в т.ч. много- летних	всего сорня- ков	в т.ч. много- летних
I — 50	NPK	105,8	7,4	37,2	4,9	39,2	22,3
II — 67	NPK	77,7	3,1	23,9	2,4	26,0	10,1
III — 83	NPK	86,0	4,9	33,8	2,9	28,9	2,4
IV — 83	NPK+ПС	78,2	1,0	33,9	3,2	17,3	1,3
V — 83	NPK+ПС+С	86,7	1,9	34,3	2,5	20,7	5,8
Бессменные посевы с 1998 г.	0	165,7	38,0	129,1	49,0	75,7	51,4
	NPK	133,2	7,9	90,1	4,8	66,0	18,7
	NPK+ПС	122,0	2,7	69,6	1,7	45,9	1,9
	NPK+ПС+С	136,9	3,9	83,5	3,8	46,7	3,1

Возделывание и запашка пожнив-ного сидерата горчицы (ПС) в спе-циализированном севообороте с 83% площади зерновых снижали засорен-ность посевов озимой пшеницы вес-ной и к периоду уборки соответствен-но на 15,7 и 34,7%, а совместно с со-ломой — на 4,6 и на 16,7%, в то же время в посевах ячменя при запаш-

ке чистого сидерата снижение засо-ренности весной составило 9,6%, в том числе многолетниками — 79,6%. К периоду уборки, несмотря на сни-жение общего уровня засоренности, количество сорняков в посевах яч-меня по сидерату и без него в севоо-боротах практически выравнялось, однако пожнивный сидерат способст-

вовал снижению массы сохранившихся сорняков (40,1%), в том числе по многолетникам — 45,8%, Запашка соломы на удобрение с пожнивным сидератом горчицы в специализированном зерновом севообороте уменьшала положительное действие сидерата на снижение количества и массы сорняков, последняя уменьшилась на 28,4%. Тем не менее, засоренность таких посевов ячменя в специализированном зерновом севообороте была ниже, чем в плодосменном севообороте с 50% зерновых, где не использовались поживной сидерат и солома на удобрение (табл. 7),

В бессменных посевах ячменя, по многолетним данным за 1995-2003 гг. (9 лет), засоренность была выше, чем в севооборотах: весной до обработки гербицидами — в 1,3-1,7 раза, в том числе многолетниками — в 1,1-2,7 раза, а к периоду уборки — соответственно в 2,1-3,8 и 1,7—2,0 раза; больше была и масса произрастающих сорняков (в 1,7-2,7 раза), в том числе и многолетних (в 1,5-7,7 раза). Среди бессменных посевов наиболее засоренными по числу и массе сорняков были посевы, не получавшие удобрений. Возделывание и запаш-

ка поживного сидерата горчицы при бессменной культуре ячменя в чистом виде и при сочетании с соломой заметно улучшали фитосанитарное состояние посевов благодаря снижению численности и массы сорняков, особенно без добавления соломы. Однако с помощью таких агроприемов все-таки не удается снизить засоренность до уровня в севооборотах.

При насыщении севооборота зерновыми культурами с 50 до 83% площади урожайность зерновых снижалась в среднем за 23 года (1981 — 2003 гг.): ячменя — на 12,1%, овса — на 4,5%, озимой пшеницы — на 8,3% и ржи — на 13,3% (табл. 8). Возделывание и запашка поживного сидерата горчицы в специализированном зерновом севообороте на 50% его площади позволили повысить урожайность: ячменя и овса — на 8,5 и 8,1%, а озимой пшеницы и ржи — на 8,7 и 6,3%, а при сочетании с удобрением соломой — соответственно на 10,2%, 7,4, 12,2 и 13,3%. Благодаря этим агроприемам удалось предотвратить снижение урожайности зерновых культур в специализированном зерновом севообороте и получить ее на уровне плодосменного.

Т а б л и ц а 8

Урожайность зерновых культур и выход зерна в специализированных зерновых севооборотах, т/га (в среднем за 1981-2003 гг.)

Севооборот и % зерновых	Удобрение	Ячмень	Овес	Оз. пшеница	Оз. рожь	Выход зерна, т/га
I — 50	NPK	3,23	3,11	3,74	—	1,68
II — 67	NPK	2,96	3,28	4,00	4,00	2,37
III — 83	NPK	2,84	2,97	3,43	3,47	2,59
IV — 83	NPK+HC	3,08	3,21	3,73	3,69	2,80
V — 83	NPK+HC+C	3,13	3,19	3,85	3,93	2,87
Бессменные посевы с 1981г.	Без удобрения	1,28	1,66	—	—	1,28
	NPK	2,55	2,77	—	—	2,55
	NPK+HC	2,60	—	—	—	2,60
	NPK+HC+C	2,60	—	—	—	2,60
НСР ₀₅ , Ц/га		3,4	2,8	3,3	2,7	

Испытание бессменных посевов зернофуражных культур показало, что урожайность ячменя при систематическом внесении минеральных удобрений (NPK) по сравнению с возделыванием его в севообороте при таком же удобрении была ниже в среднем за 23 года на 21,1%, а овса — на 8,9% (табл. 8). Приемы возделывания и запашка пожнивного сидерата горчицы белой в чистом виде (ПС) или совместно с соломой (ПС+С) не смогли приостановить падение урожайности ячменя при его бессменной культуре, которая оказалась ниже по сравнению с такими же агрофонами в севообороте на 15,6 — 16,9%. Это связано как с низкими урожаями пожнивного сидерата ввиду более короткого пожнивного периода после уборки ячменя, так и с другими причинами (болезнями, фитотоксичностью почвы). При расширении в севообороте площади зерновых культур до 83% увеличивался выход зерна на 0,91 т/га, или на 54,2%, по сравнению с уровнем в плодосменном севообороте. Но длительное использование пожнивной сидерации как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой дало еще прибавку зерна 0,21 и 0,28 т/га соответственно. Тем самым суммарное увеличение выхода зерна в специализированном зерновом севообороте достигало 1,19 т/га, что на 70,8% больше, чем в плодосменном севообороте.

Таким образом, изменяя научно обоснованным путем структуру посевных площадей в севообороте, вводя в него промежуточные культуры на зеленое удобрение и используя солому в качестве удобрения, можно оптимизировать биологические, агрофизические и другие факторы плодородия дерново-подзолистой почвы, значительно увеличить выход зерна и обеспечивать ведение

экологически сбалансированного земледелия.

Выводы

1. При специализации хозяйств на производстве зерна в условиях Центрального района Нечерноземья возможно увеличение выхода зерна с 1 га пашни с 1,68 до 2,59 т/га, или на 54,2%, при насыщении 6-польных полевых севооборотов зерновыми культурами с 50 до 83% и рациональном чередовании различных видов зерновых культур (озимых с яровыми, овса с пшеницей, ячменя с рожью и т. д.) на фоне минеральных удобрений.

2. Предельное насыщение полевого севооборота зерновыми культурами и бессменные посевы последних приводят к снижению содержания гумуса в дерново-подзолистой почве и ухудшению других показателей ее плодородия, к повышению засоренности посевов зерновых культур, росту пораженности растений корневыми гнилями, а в итоге к снижению урожайности ячменя в среднем на 12,1%, овса — на 4,5%, озимой пшеницы — на 8,3%, озимой ржи — на 13,3%. Еще большее снижение урожая по тем же причинам дает бессменное возделывание ячменя и овса — 21,1% и 8,9% соответственно.

3. Длительное (более 20 лет) использование пожнивного сидерата (белой горчицы) в зерновом севообороте как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой позволило увеличить среднегодовое поступление органической сухой массы в виде пожнивных и корневых остатков, зеленой массы и соломы в почву с 3,8 до 5,0–7,5 т/га, или на 31,6–97,4%, и поддерживать бездефицитный баланс гумуса дерново-подзолистой почвы на исходном уровне.

4. Длительное применение пожливной сидерации в зерновом севообороте и при бессменном посеве ячменя как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой улучшает структурное состояние почвы и другие агрофизические показатели ее плодородия, снижает засоренность посевов и пораженность растений зерновых культур болезнями корневой гнили.

5. При длительном использовании пожнивной сидерации в зерновом севообороте как в чистом виде, так и особенно в сочетании с удобрением соломой урожайность зерновых культур повышается до уровня их урожайности в плодосменном севообороте на одном и том же фоне минеральных удобрений, а выход зерна увеличивается до 2,80—2,87 т/га, или на 67-71%.

6. При бесменном посеве ячменя пожнивная сидерация как в чистом виде, так и в сочетании с удобрением соломой не может приостановить падение урожайности зерна, которая на том же агрофоне в среднем за 23 года была на 15,6-16,9% ниже, чем в севообороте.

ЛИТЕРАТУРА

1. Алексеев Е.К. Зеленое удобрение в Нечерноземной полосе. М.: Сельхозгиз, 1959. — 2. Возняковская Ю.М. и др. Сидераты как фактор биологизации земледелия. — Земледелие, 1999, № 1, с. 76-77. — 3. Воробьев С.А. Севообороты в специализированных хозяйствах Нечерноземья. М.: Россельхозиздат, 1982. — 4. Воробьев С.А., Крупенина А.П., Лошаков В.Г. Результаты изучения пожнивных культур в условиях Подмосквья. — Изв. ТСХА, 1965, вып. 3, с. 55-58. — 5. Ганжара Н. Ф. Баланс гумуса в почвах и пути его регулирования. — Земледелие, 1986, № 10, с. 7-9. — 6. Довбан К.И. Зеленое удобрение. М.: Агропромиздат, 1990. — 7. Егоров В.В. Органическое вещество почвы и ее плодородие. — Вест-

ник с.-х. науки, 1978, № 5, с. 12—16. — 8. Иванов Ю.Д. Современные аспекты экологизации севооборотов в земледелии Центральной нечерноземной зоны России. Агро XXI, 2002, № 9, с. 18-19. — 9. Кант Г. Зеленое удобрение. /Пер. с нем. под ред В. Г. Лошакова. М.: Колос, 1982. — 10. Лошаков В. Г. Промежуточные культуры в севооборотах Нечерноземной зоны. М.: Россельхозиздат, 1980. — 11. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры как фактор интенсификации земледелия и окультуривания дерново-подзолистых почв. — Автореф. докт. дисс. М., ТСХА, 1982. — 12. Лошаков В.Г. Промежуточные культуры — фактор экологически чистого земледелия. Аграрная наука, 1994, № 6, с. 24-26. — 13. Лошаков В.Г., Николаев В.А. Влияние длительного применения поживного зеленого удобрения на агрофизические свойства дерново-подзолистой почвы. — Изв. ТСХА, 1999, вып. 2, с. 29-40. — 14. Лошаков В.Г. Итоги исследований по севооборотам. — Изв. ТСХА, 2002, вып. 1, с. 68-91. — 15. Лыков А.М. Воспроизводство плодородия почв в Нечерноземной зоне. М.: Россельхозиздат, 1982. — 16. Новиков М.Н. Сидераты в СССР: сегодня и завтра. — Земледелие, 1991, с. 63-64. — 17. Панников В.Д., Минеев В.Г. Почва, климат, удобрение и урожай. М.: Колос, 1977. — 18. Прянишников Д.Н. Избр. соч., т. 3. — 19. Расширенное воспроизводство плодородия почв в интенсивном земледелии Нечерноземья. / Под ред. Н.З. Милашенко. М.: ВиУА, 1993.

Статья поступила
1 июня 2004 г.

SUMMARY

Problems of biology and ecology of farming in Central regions of Non-chernozem zone and of reproducing fertility of soddy-podzolic soils in grain crop rotations and with permanent seedings of grain-forage crops using afterharvest siderate — white mustard (*Sinapis alba* L.) — are considered. It has been found that prolonged application of afterharvest siderate, both pure and in combination with manuring by straw, has positive accumulative effect in removing negative consequences of grain specialization in farming. When there is not enough manure, these organic fertilizers give the possibility to solve successfully the main problems of reproducing soil fertility and of sanification of phytosanitary situation in specialized grain crop rotations of the region.