

«Человечество... стремиться сознательно и именно к тому, чтобы по возможности заставить всё необходимое делать силами природы и её энергией».

Д.И. Менделеев

СРЕДООБРАЗУЮЩИЕ ФУНКЦИИ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ БИОЛОГИЗАЦИИ СЕВООБОРОТОВ ЛЕСОСТЕПИ ПОВОЛЖЬЯ

*В.И. Морозов, доктор с.-х. наук, профессор,
зав. кафедрой земледелия и мелиорации
ФГОУ ВПО «Ульяновская государственная сельскохозяйственная академия»
Адрес служебный: г. Ульяновск бульвар Новый Венец 1
Домашний адрес: г. Ульяновск ул. Радищева 181-40
тел. раб. 8(8422)55-95-75; тел. дом. 8(8422)46-56-14*

Ключевые слова: *Зернобобовые культуры, озимая пшеница, средообразующие функции растений, биологизация севооборотов, бобоворизобиальный симбиоз, предшественники, обработка почвы, навоз, солома на удобрения, сидераты, плодородие почвы.*

Key words: *pulse crops, winter wheat, environment forming junctions of plants, biologization of crop rotations, legume and rizophobial symbiosis, predecessors, soil tillage, manure, straw for fertilizers, green manure, fertile soil.*

В статье дается информация о средообразующей роли гороха и вики (влияние на агрофизические свойства, водный режим, строение пахотного слоя, активность бобово-ризобиального симбиоза и продуктивность симбиотической фиксации азота, накопление биогенных ресурсов плодородия чернозема выщелоченного и др.). Влияние видов пара (чистый, занятый, сидеральный) на урожайность озимой пшеницы в условиях лесостепи Поволжья.

Актуальность темы. Для современного земледелия Среднего Поволжья характерным является некомпенсированное отчуждение урожая и острый дефицит органического вещества в энергетическом балансе агробиогеоценозов, фитосанитарная напряженность и незатухающие эрозионные процессы. На этом фоне усиливаются темпы истощения плодородия сельскохозяйственных угодий региона, особенно в условиях эрозионно-опасных агроландшафтов.

Необходимы альтернативные подходы в разработке и обосновании инновационно ориентированных технологий

биогенной интенсификации воспроизводства почвенного плодородия в адаптивных системах земледелия.

Цель исследований: Изучить средообразующие функции зернобобовых культур в занятых и сидеральных парах во взаимодействии с технологиями основной обработки почвы и органо-минеральными системами удобрений при биологизации севооборотов в 3-х факторном полевом опыте.

Задачи: 1. Изучить изменения агрофизических показателей плодородия почвы в паровых звеньях севооборотов

с зернобобовыми культурами и озимой пшеницей;

2. Выявить активность бобоворизобактериального симбиоза и накопление биологического азота зернобобовыми культурами;

3. Изучить совокупное действие и взаимодействие предшественников, обработки почвы и удобрений в реализации биопродуктивного потенциала зернобобовых культур и озимой пшеницы в звеньях севооборотов;

4. Выявить структуру биогенных ресурсов, воспроизводимых в агробиогеоценозах, и их вклад в сохранение плодородия почвы при биологизации севооборотов.

Методика исследований. Наши исследования выполняются на стационаре кафедры земледелия Ульяновской ГСХА в 3-х факторном полевом опыте методом расщепленных делянок в 4-х экспериментальных севооборотах (фактор А). Севообороты состоят из зернопаровых звеньев – пар (чистый, занятый, сидеральный), озимая пшеница, яровая пшеница, чтобы оценить роль видов пара, о чём сообщается в данной статье.

В травяных звеньях выявляется эффективность пластовых предшествен-

ников (кострец, люцерна, эспарцет) в регулировании плодородия почвы, формировании урожайности яровой пшеницы и качества зерна, результаты которых представляются в другом сообщении.

В каждом севообороте по два варианта технологий основной обработки почвы (фактор В): 1) комбинированная обработка и 2) минимизированная и по два варианта систем органо-минеральных удобрений (фактор С). В 1-ом, 2-ом и 3-ем севооборотах навоз + NPK и солома + NPK, в 4-ом сидерат + NPK, сидерат + солома + NPK. Навоз вносили под озимую пшеницу в паровые поля севооборотов в количестве 40 т на 1 га. Во втором варианте применяли измельченную солому после обмолота зерновых культур, гороха и вики как альтернатива навозу, а также зеленое удобрение - смесь вики с овсом. Заделка сидеральной массы проводилась в фазу цветения вики – начала выметывания овса.

Севообороты размещены в 6 ярусов (по количеству полей). Повторность 3-х кратная. Расположение делянок систематическое. Размер делянок 560, 280 и 140 кв. м. Уровни биологизации определялись в паровых звеньях севооборотов: бобо-

Таблица 1

Структура севооборотной площади, %

Схемы севооборотов	Зерновые и зернобобовые	Зерновые	Зернобобовые	Многолетние травы	Пар чистый и сидеральный
I пар чистый – озимая пшеница – яровая пшеница – горох – яровая пшеница – яровая пшеница	83,4	66,8	16,6	-	16,6
II горох – озимая пшеница – яровая пшеница - кострец – кострец – яровая пшеница	66,8	50	16,6	33,2	-
III вика – озимая пшеница – яровая пшеница - люцерна - люцерна – яровая пшеница	66,6	50	16,6	33,2	-
IV викоовес – озимая пшеница – яровая пшеница - эспарцет – эспарцет – яровая пшеница	50	50	-	33,2	16,6

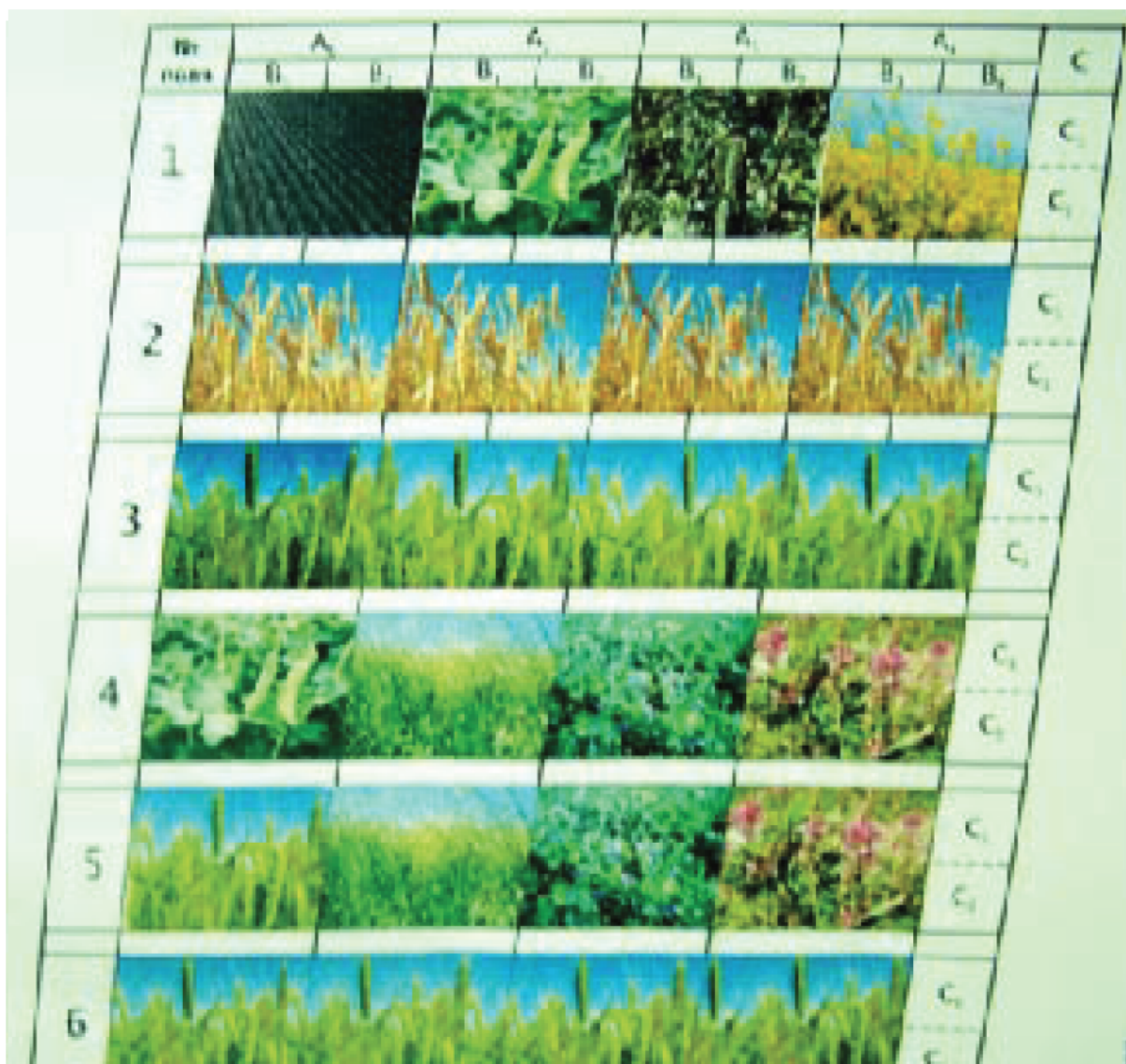


Рис. 1. Схема стационарного 3-х факторного полевого опыта кафедры земледелия Ульяновской ГСХА.

ФАКТОРЫ:

А – севообороты: А₁ – зернопаровой; А₂ – зернотравяной с коострецом; А₃ – зернотравяной с люцерной; А₄ – зернотравяной с эспарцетом.

В – система удобрений: В₁ – органоминеральная (навоз+NPK); В₂ – органоминеральная (солома+NPK); В₃ – органоминеральная (сидерат+NPK); В₄ – органоминеральная (сидерат + солома + NPK).

С – система обработки почвы: С₁ – комбинированная; С₂ – поверхностно-минимизированная

выми культурами (горох, вика во II и III севооборотах), сидератом (вико-овсяная смесь), органоминеральными системами удобрений, вкладом полевых культур по накоплению массы пожнивно - корневых остатков и влиянию их на режим органического вещества.

Организация полевых опытов, проведение наблюдений, лабораторных ана-

лизов осуществлялись по общепринятым методикам. Схемы севооборотов в стационарном полевым опыте приводятся в таблице 1 и на рисунке 1.

Результаты. Агротехнический потенциал севооборотов и их средообразующие функции. Эффективность регулирования почвенного плодородия и формирования планируемой урожайности



Рис. 2. На переднем плане – горох и вика в севооборотах

во многом определяются системой севооборотов. Многофакторный полевой опыт является наиболее репрезентативным методом изучения, как севооборотов, так и агротехнологий [1].

Чередование культур по совместимым предшественникам оказывает управляющее воздействие на плодородие и продукционный процесс растений как малозатратный приём управления вещественно - энергетическими потоками. Благодаря севообороту интегрируются функциональные связи всех элементов системы земледелия [2,3].

А.М. Лыков с соавторами [4], развивая агробиогенотическую концепцию академика В.Н. Сукачева [5], считают, что

узловым вопросом будущего наукоёмкого эффективного земледелия является биологический компонент биосферы – зеленое растение, благодаря чему обеспечивается протекание процессов трансформации солнечной энергии и вовлечение в биотический круговорот элементов косной природы. Данный «узловой вопрос» неразрывно связан с ролью севооборота в современных системах земледелия, как главного источника органического вещества и укрепления энергетики почвенного покрова.

В этом отношении севооборот представляется уникальной биоэнергетической лабораторией, где регулируется поток энергии и круговорот веществ в агроландшафтных системах, сопровождаемый продукционными, средообразующими и природоохранными функциями.

Изменение агрофизических показателей почвы под зерновыми бобовыми агрофитоценозами и чистым паром. В наших опытах средообразующая функция зерновых бобовых агрофитоценозов (рис 2) характеризовалась воздействием корневых систем на агрофизические свойства почвы. Исследованиями Н.А. Хайретдиновой установлено, что содержание агрономически ценных агрегатов (0,25 – 10 мм) чернозёма выщелоченного к концу вегетации зернобобовых

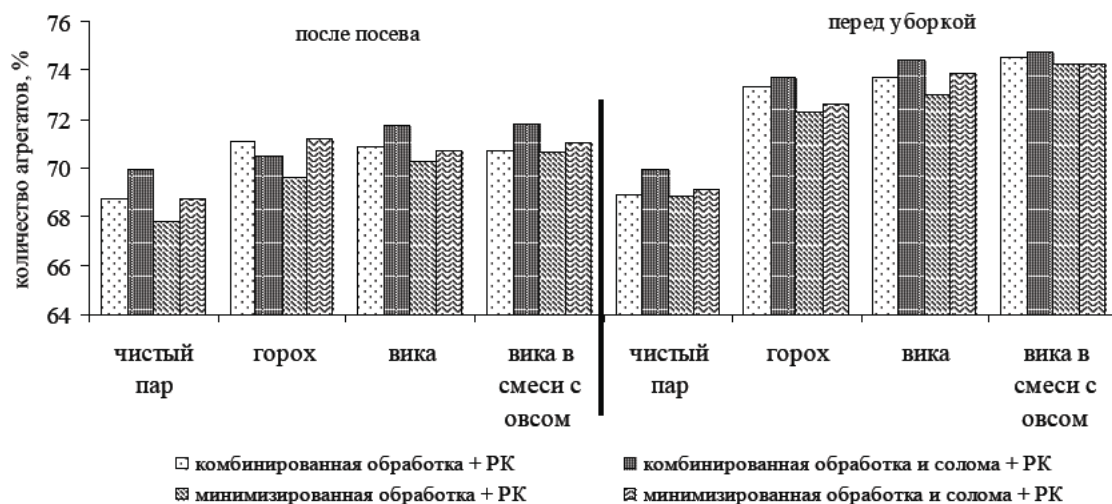


Рис. 3. Содержание агрономически ценных агрегатов (фракция 10...0,25 мм) в слое 0-30 см чернозема выщелоченного (в среднем за 2005...2007 гг.)

возросло до 72,6...74,7 %, и было выше, чем по чистому пару (68,8...69,9 %). При этом коэффициент структурности составил от 2,61 до 2,95, тогда как по чистому пару он изменялся в пределах от 2,21 до 2,32 (рис 3).



Рис. 4. Озимая пшеница в севооборотах

Под посевами озимой пшеницы (рис 4) в период возобновления весенней вегетации после зерновых бобовых предшественников содержание агрономически ценных агрегатов составило 65,2- 67,7 %, коэффициент структурности 1,87 и 2,09 %, что также заметно выше, чем по чистому пару (табл. 2).

Передуборкой урожая озимой пшеницы показатели содержания агрономически ценных агрегатов в слое 0-40 см выровнялись по вариантам опыта и изменялись в пределах 68,45-67,3 % при коэффициенте структурности 2,05-2,17.

Важным показателем структурного состояния является водопрочность агрономически ценных агрегатов, т.е. способность противостоять размывающему

действию воды. Изучение водопрочности структурных агрегатов фракции 7...0,25 мм в период возобновления вегетации показало, что в слое 0 – 40 см их количество находилось в пределах 59,4 – 60,6 %, а к концу вегетации озимой пшеницы содержание водопрочных агрегатов возросло до 63,4 - 66 %, причем максимальным было по сидеральному пару - 66% (табл. 3). В слое почвы 20...40 см содержание агрономически ценных агрегатов было заметно больше, чем в слое 0...20 см.

Как показали исследования, строе-

Таблица 2

Структурно-агрегатный состав почвы под посевами озимой пшеницы в зависимости от вида пара в среднем за 2003 - 2006 гг. (А.А. Асмус).

Вид пара	Фракции, мм	Возобновление вегетации		Перед уборкой	
		содержание агрегатов в слое 0-40 см, %	коэффициент структурности	содержание агрегатов в слое 0-40 см, %	коэффициент структурности
Чистый	0,25-10	63,65	1,75	67,6	2,08
	> 10	27,6		25,55	
	< 0,25	8,75		6,9	
Занятый (горох)	0,25-10	65,2	1,87	67,8	2,11
	> 10	28,2		26,5	
	< 0,25	6,6		5,7	
Занятый (вика)	0,25-10	65,55	1,90	67,3	2,05
	> 10	28,25		27,6	
	< 0,25	6,2		5,15	
Сидеральный	0,25-10	67,65	2,09	68,45	2,17
	> 10	27,35		26,05	
	< 0,25	4,95		5,5	

ние пахотного слоя под посевами озимой пшеницы соответствовало оптимальной модели выщелоченного чернозёма. По сидеральному пару общая пористость составила 58,8 %, в том числе капиллярная 39,7 % и некапиллярная 19,2 % (табл. 4).

Режим влажности почвы. Агрофизические показатели интересны в том, насколько они благоприятствуют накоплению, сохранению и эффективному использованию ресурсов влаги на формирование урожайности. Влагообеспеченность остаётся первым лимитирующим фактором в формировании урожайности любой культуры региона.

На рисунке 5 показана динамика запасов продуктивной влаги под зернобобовыми культурами и чистым паром. Преимущество во влагозарядке почвы перед посевом зернобобовых культур имела комбинированная обработка почвы. Горох и вика эффективно используют запасы продуктивной влаги, накопленные за счёт атмосферных осадков в довегетационный период и первой половины лета. После уборки урожая зернобобовых

культур сохраняются остаточные запасы продуктивной влаги. Однако наилучшая влагообеспеченность озимой пшеницы создаётся по чистому пару. Здесь больше накапливается и сохраняется влаги, чем по занятым и сидеральным парам.

Обеспеченность озимой пшеницы влагой и размеры её потребления во многом определялись количеством осадков, остаточными запасами влаги под предшествующими культурами и температурным фактором. За период от посева парозанимающих культур до посева озимой пшеницы запасы влаги снижаются. В среднем за 2002 – 2006 гг. суммарный расход влаги под парозанимающими культурами изменялся в пределах 291,6...284,3 мм, тогда как по чистому пару он составил 276,5...278,3 мм.

Установлена тесная связь полноты всходов озимой пшеницы от запасов продуктивной влаги перед посевом ($R=0,9$).

Активность бобоворизобияльного симбиоза как средообразующая функция зернобобовых агрофитоценозов. Сумма органической жизни на земле находится в непосредственной

Таблица 3

Содержание водопрочных агрегатов чернозема выщелоченного под посевами озимой пшеницы в зависимости от вида пара в среднем за 2003 – 2006 гг. (А.А. Асмус)

Вид пара	Количество, %					
	7 - 0,25 мм			< 0,25 мм		
	0 - 20	20 - 40	0 - 40	0 - 20	20 - 40	0 - 40
В период возобновления вегетации						
Чистый	56,0	63,0	59,5	44,0	37,0	40,5
Занятый (горох)	57,3	63,1	60,2	42,8	36,9	39,9
Занятый (вика)	55,9	62,8	59,4	44,1	37,3	40,7
Сидеральный	57,6	63,6	60,6	42,4	36,5	39,5
Перед уборкой						
Чистый	64,0	66,6	65,3	36,1	33,5	34,8
Занятый (горох)	63,0	64,7	63,8	37,1	35,4	36,2
Занятый (вика)	61,7	65,2	63,4	38,4	34,9	36,6
Сидеральный	65,3	66,8	66,0	34,8	33,3	34,0

Таблица 4

Строение пахотного слоя чернозема выщелоченного перед уборкой озимой пшеницы в зависимости от вида пара (в среднем за 2004 – 2006 гг.)

Вид пара	Слой почвы, см	Пористость, %			КП/НКП
		общая	капиллярная (КП)	некапиллярная (НКП)	
Чистый	0 - 20	57,6	35,9	21,7	1,66
	20 - 40	55,5	38,5	17,0	2,27
	0 - 40	56,6	37,3	19,4	1,96
Занятый (горох)	0 - 20	57,9	36,5	21,5	1,70
	20 - 40	56,8	38,9	17,9	2,17
	0 - 40	57,4	37,7	19,7	1,94
Занятый (вика)	0 - 20	58,3	36,9	21,4	1,72
	20 - 40	56,4	38,9	17,6	2,22
	0 - 40	57,4	37,9	19,5	1,97
Сидеральный	0 - 20	59,8	39,0	20,8	1,88
	20 - 40	57,8	40,3	17,6	2,30
	0 - 40	58,8	39,7	19,2	2,09

зависимости от азотистого капитала почвы [6]. Приращение этого капитала неразрывно связано с поступлением органического вещества и возрастанием активности бобоворизобиального симбиоза многолетних бобовых и зерновых бобовых агрофитоценозов как альтернатива энергоемкому азоту туков [7,8].

Наблюдения за формированием симбиотического аппарата гороха и вики при их возделывании в занятом пару показали, что наиболее благоприятные условия развития клубеньковых бактерий складывались на вариантах комбинированной обработки почвы на фоне органоминеральной системы удобрений с органическим субстратом – измельчённой соломой предшествующей культуры в севообороте – яровой пшеницы.

Накопление биологического азота в фитомассе гороха изменялось от 128,8 до 138,1 кг/га по комбинированной обработке почвы и от 114,8 до 122,7 кг/га по минимизированной (табл.5). Наибольшая

продуктивность симбиотической фиксации азота в посевах гороха, рассчитанная методом сравнения с небобовой культурой, обеспечила комбинированная в севообороте обработка почвы на фоне $P_{20}K_{20}$ + солома. В среднем за годы исследований она составила от 54,5 кг/га или 39,5% от общего накопления азота культурой (комбинированная обработка и $P_{20}K_{20}$ + солома) до 47,7 кг/га или 37,0% (комбинированная обработка и $P_{20}K_{20}$).

Что касается вариантов с минимальной обработкой почвы, то накопление биологического азота находилось в пределах от 37,6 кг/га или 32,8% до 47,7 кг/га или 38,9% соответственно фоновым удобрениям. При этом внесение измельчённой соломой яровой пшеницы, как по комбинированной обработке, так и по минимизированной, во все годы исследований повышало азотфиксирующую активность гороха по сравнению с минеральным фоном.

Продуктивность симбиотической

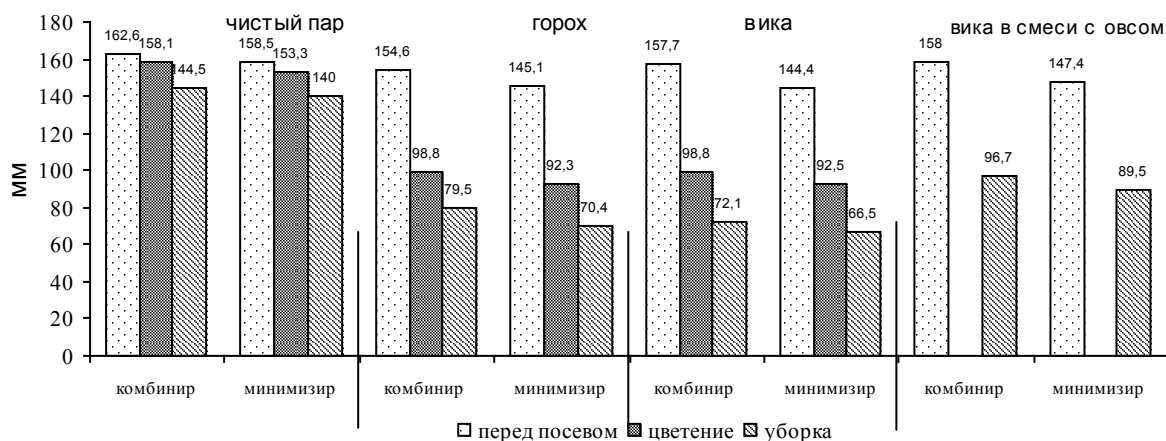


Рис. 5. Динамика запасов продуктивной влаги под зерновыми бобовыми культурами и чистым паром (2005...2007 гг.) в слое 0 – 100 см

фиксации азота и его участие в формировании урожайности вики изменялась от 27,6 кг/га или 26,3% (минимизированная обработка + P₂₀K₂₀) до 39,1 кг/га или 31,9% (комбинированная обработка и P₂₀K₂₀ + солома) в среднем за 2005 – 2007 гг.

Следует подчеркнуть, что по 2-ому

фону удобрений в почву поступает при возделывании гороха 4,57 т/га органического вещества с содержанием 65,5 кг/га азота, а вики соответственно 3,24 т/га и 52,6 кг/га, что является существенным вкладом в оптимизации режима органического вещества и укреплении азотного фонда почвы.

Таблица 5

Биологический азот и его локализация в фитомассе гороха и вики в зависимости от обработки почвы и удобрений (% над чертой, кг/га – под чертой) в 2005 – 2007 гг.

Варианты опыта			Урожайность, ц/га	Азот% кг/га	Солома, ц/га	Азот% кг/га	ПКО, ц/га	Азот % кг/га	Накопление азота, кг/га *
Культура	Обработка почвы	Фон удоб							
Горох	Комбинированная	1	19,2	<u>3,59</u> 68,9	29,5	<u>1,26</u> 37,2	14,3	<u>1,59</u> 22,7	<u>128,8</u> 47,7
		2	19,4	<u>3,74</u> 72,6	30,8	<u>1,30</u> 40,0	14,9	<u>1,71</u> 25,5	<u>138,1</u> 54,5
	Минимизированная	1	17,6	<u>3,57</u> 62,8	24,9	<u>1,26</u> 31,4	12,8	<u>1,61</u> 20,6	<u>114,8</u> 37,6
		2	17,9	<u>3,63</u> 65,1	27,6	<u>1,27</u> 35,1	13,1	<u>1,72</u> 22,5	<u>122,7</u> 47,7
Вика	Комбинированная	1	16,2	<u>3,97</u> 64,3	19,2	<u>1,45</u> 27,8	12,1	<u>1,71</u> 20,7	<u>112,8</u> 31,7
		2	16,9	<u>4,15</u> 70,1	19,8	<u>1,43</u> 28,3	12,6	<u>1,93</u> 24,3	<u>122,7</u> 39,1
	Минимизированная	1	14,7	<u>4,05</u> 59,5	17,6	<u>1,47</u> 25,9	11,0	<u>1,76</u> 19,4	<u>104,8</u> 27,6
		2	15,2	<u>4,12</u> 62,6	18,0	<u>1,43</u> 25,7	11,4	<u>1,92</u> 21,9	<u>110,2</u> 35,2

* в числителе общее накопление азота, в знаменателе за счет симбиотической азотфиксации

Таблица 6

Биологический азот и его локализация в фитомассе вики в смеси с овсом на зеленое удобрение в зависимости от обработки почвы и удобрений (% над чертой, кг/га – под чертой) в 2005 – 2007 гг.

Варианты опыта		Урожайность,* т/га	Азот, %	ПКО, т/га	Азот, %	Накопление азота, кг/га**
Обработка почвы	Фон удоб.		кг/га		кг/га	
Комбинированная	1	4,27	<u>2,68</u> 114,5	2,33	<u>1,07</u> 24,9	<u>139,4</u> 30,2
	2	4,45	<u>2,80</u> 124,6	2,39	<u>1,17</u> 28,1	<u>152,6</u> 37,8
Минимизирован.	1	3,77	<u>2,71</u> 102,1	2,15	<u>1,08</u> 23,2	<u>125,3</u> 27,4
	2	4,12	<u>2,77</u> 114,0	2,27	<u>1,16</u> 26,3	<u>140,3</u> 31,6

* урожайность сухого вещества, ** над чертой со всей фитомассой, под чертой симбиотический азот

Возделывание вики в смеси с овсом на зеленое удобрение и заделка в почву сидерата обеспечило поступление в почву 5,92...6,84 т/га органического вещества с содержанием азота 125,3... 152,6 кг/га. При этом преимущество имел вариант с комбинированной обработкой почвы и

органоминеральной системой удобрений с участием соломы, обеспечивший приращение урожайности викоовсяной смеси на зеленое удобрение. Накопление симбиотического азота в фитомассе вики в смеси с овсом максимальным было на фоне комбинированной обработки почвы

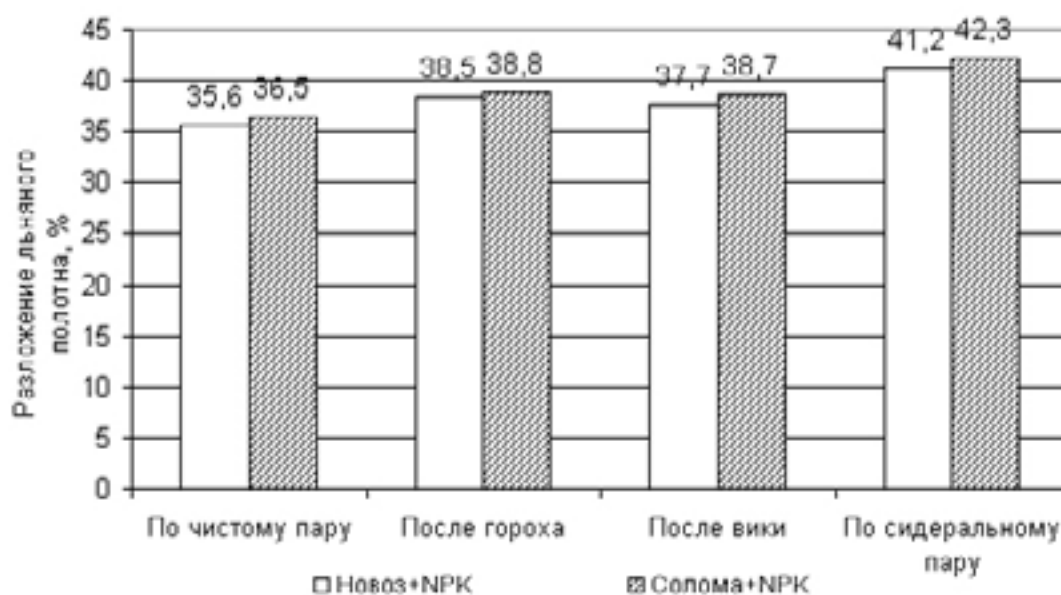


Рис. 6. Активность целлюлозоразлагающих микроорганизмов почвы под посевами озимой пшеницы в зависимости от предшественников и удобрений

с применением удобрений $P_{20}K_{20}$ + солома (табл. 6).

Накопление биологического азота зернобобовыми культурами обеспечило заметное повышение биологической активности почвы под посевами озимой пшеницы по зернобобовым предшественникам (рис.6). Наиболее высокое разложение льняной ткани 41,2...42,3 % отмечалось по сидеральному пару, что связано с насыщением пахотного слоя сидеральным субстратом - зеленой массой викоовсяной смеси (А.А. Асмус, 2009).

Урожайность зернобобовых культур и озимой пшеницы в звеньях севооборотов. Как показали исследования, наибольшие изменения урожайности зерновых бобовых культур вызваны абиотическими факторами – условиями водно-теплового режима посевов (рис 7). Урожайность гороха изменялась по годам по комбинированной обработке от 1,36 т/га (2007 г.) до 2,83 т/га (2008 г.) по первой системе удобрений и от 1,40 т/га до 2,92 т/га за те же годы по второй системе удобрений.

Максимальная урожайность в среднем за 2005-2008 гг. была получена по комбинированной обработке: по первому фону удобрений она составила 2,15 т/га, а по второму – 2,23 т/га. Между тем

во все годы преимущество имела комбинированная обработка в сравнении с минимизированной, а органоминеральная система удобрений с участием соломы в сравнении с минеральной.

Такие же закономерности формирования урожайности характерны и для вики. По эффективности минимизированная обработка почвы уступает комбинированной на 0,24 т/га, что подтверждается данными дисперсионного анализа. В среднем за 2005 – 2008 гг. на фоне $P_{20}K_{20}$ получена урожайность 1,69 т/га по комбинированной обработке и 1,45 т/га по минимизированной, а на фоне $P_{20}K_{20}$ + солома - 1,72 и 1,48 т/га соответственно.

Различия в урожайности, как гороха, так и вики объясняются неодинаковой влагообеспеченностью. Применение комбинированной обработки сопровождалось лучшей влагозарядкой почвы перед посевом по сравнению с минимизированной обработкой во все годы исследований.

Установлена зависимость урожайности гороха (y_1) и вики (y_2) от запасов продуктивной влаги перед посевом в метровом слое почвы (x), которая характеризуется уравнениями регрессии:

$$y_1 = 0,0225x - 1,5091 (R = 0,79); y_2 = 0,0178x - 1,093 (R = 0,47)$$

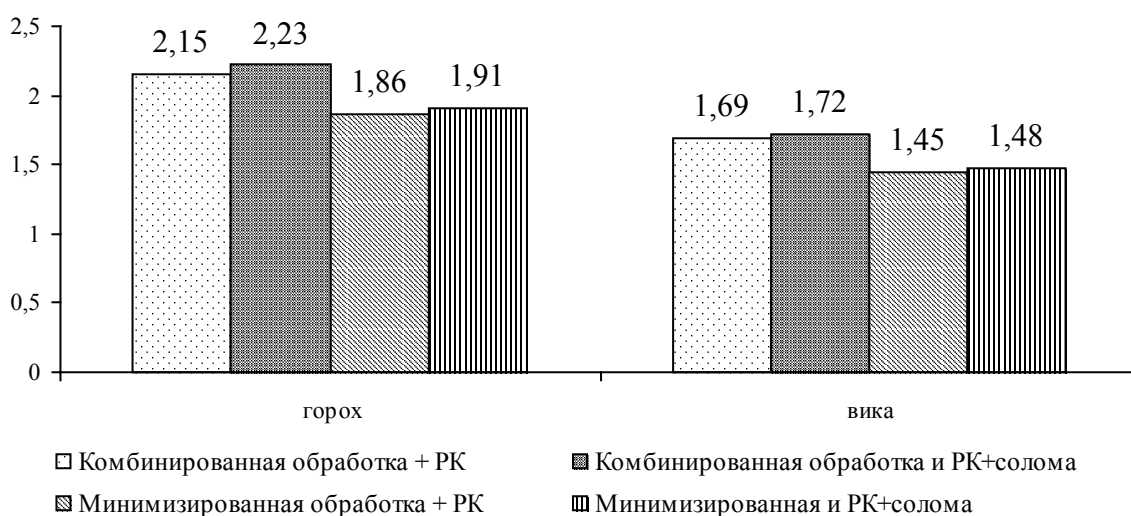


Рис. 7. Урожайность гороха и вики в зависимости от обработки почвы и систем удобрений (в среднем за 2005...2008 гг.)

$$HCP_{05} = 0,1-0,2; HCP_{BUC} = 0,06-0,13$$

Оценка вклада изучаемых факторов в формирование урожайности гороха показала, что за все годы исследований её изменения на 45,7...91,8% были обусловлены влиянием обработки почвы. При этом доля удобрений не превышала 12,2%.

Анализ изменений урожайности вики в зависимости от действия и взаимодействия факторов показал, что в 2006 году наибольшие изменения урожайности (88,7%) вызваны обработкой почвы. На долю систем удобрений приходилось – 3,6% варьирования урожайности. В 2007-2008 гг. соответственно на 60,3% и 90,3% изменений урожайности связаны также с обработкой почвы. Однако в 2005 г. вклад систем удобрений в формирование урожая преобладал (32,8 %), тогда как на долю обработки почвы приходилось 10,1 %.

Урожайность озимой пшеницы значительно варьировала в зависимости от

предшественников, обработки почвы и удобрений. В среднем за 2006-2008 гг. в звене с чистым паром она составила 3,94 т/га, что на 0,28 т/га больше, чем в севообороте после гороха, на 0,33 т/га после вики и на 0,51 т/га больше, чем после сидерального пара (рис. 8).

Снижение урожайности озимой пшеницы по занятому пару объясняется, прежде всего, влагообеспеченностью посевов. Однако суммарная продуктивность паровых звеньев с горохом и викой всегда превышала урожайность зерна озимой пшеницы по чистому пару.

Наиболее эффективной обработкой почвы по влиянию на урожайность озимой пшеницы была комбинированная система, и преимущество составило 0,13 т/га в 1-ом севообороте, 0,08 т/га во 2-ом, 0,08 в 3-ем и 0,1 т/га в 4-ом. На фоне навоз + NPK урожайность озимой пшеницы была несколько выше, чем по варианту солома + NPK. Системы удобрений си-

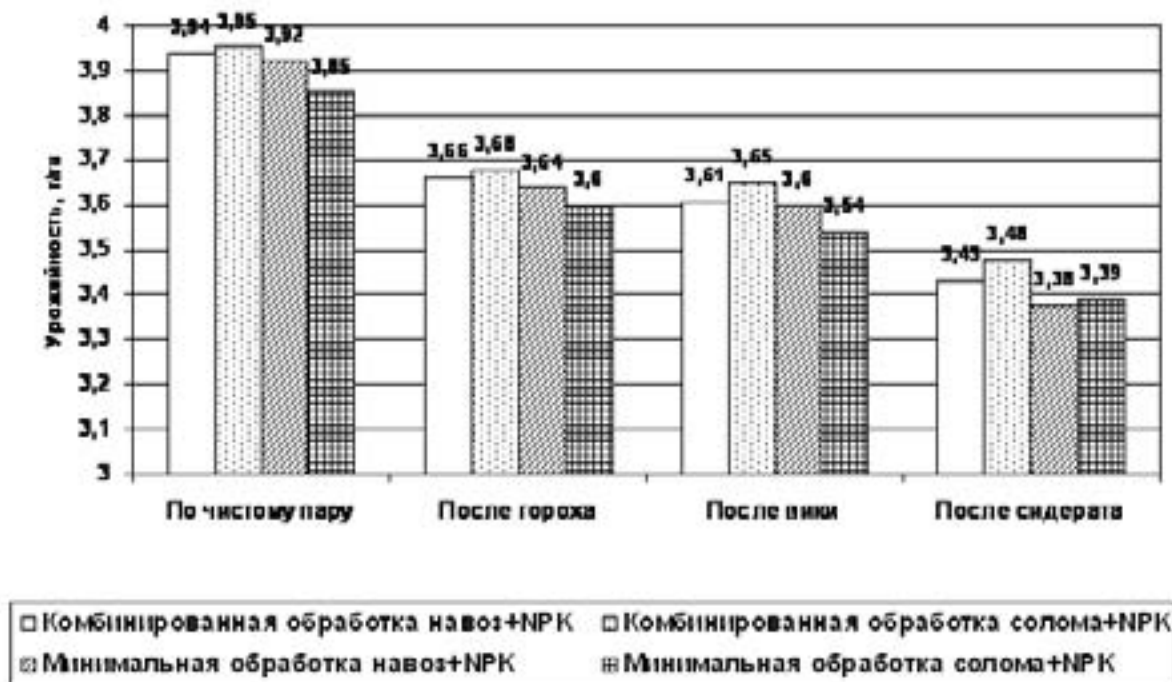
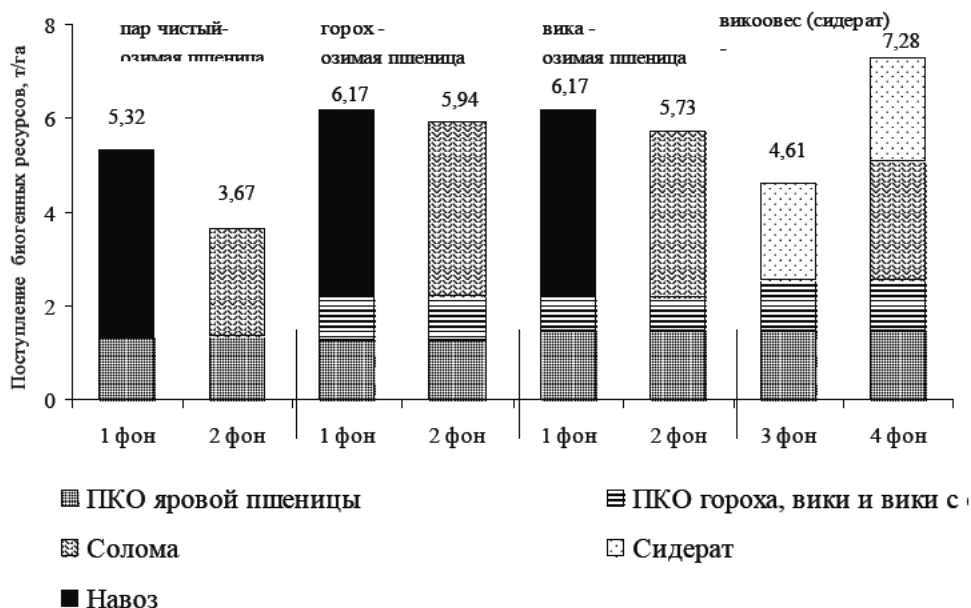


Рис.8 - Урожайность озимой пшеницы в зависимости от предшественников, систем обработки почвы и удобрений в севооборотах за 2006-2008 гг.

(НСР₀₅ == 0,05-0,1)



Фактор В: V_1 - комбинированная; V_2 - поверхностно-минимизированная
 Фактор С: C_1 -навоз+NPK; C_2 - солома + NPK; C_3 - сидерат + NPK; C_4 - солома + сидерат + NPK

Рис. 9. Поступление в почву биогенных ресурсов плодородия в севооборотах за 2006-2008 гг., т/га (абсолютно сухое вещество)

дерат + NPK и сидерат + солома + NPK оказали равноценное влияние на урожайность озимой пшеницы.

Дисперсионный анализ урожайности озимой пшеницы за 2006 и 2008 годы показал, что на 80,9 - 92,9 % изменения урожайности вызваны предшественниками, а 1,9 - 2,9 % связаны с обработкой почвы и лишь 0,04 - 1,5 % приходится на удобрения. В 2007 году влияние этих факторов составляло 61,8 %; 4 и 2,5% соответственно. Такие различия в эффективности предшественников, обработки почвы и удобрений обусловлены изменчивостью метеоусловий и степенью влагообеспеченности растений перед посевом озимой пшеницы.

Структура биогенных ресурсов плодородия. В наших опытах приходная часть органического вещества формировалась за счет сидератов, соломы и растительных остатков полевых культур после уборки урожая, а также внесения навоза. В паровых звеньях севооборотов поступление органического вещества в почву было не одинаковым. Меньше всех растительных остатков поступало в зве-

не севооборотов с чистым паром 5,32 т/га по 1-ой системе удобрений и 3,67 т/га по 2-ой. (рис. 9).

В звеньях горох - озимая пшеница и вика - озимая пшеница накопление биогенных ресурсов плодородия возросло за счет массы пожнивно - корневых остатков и соломы парозанимающих культур. В звене с горохом по комбинированной обработке почвы по первому фону накопление органического вещества составило 6,17 т/га и по второму фону - 5,94 т/га. В звене с викой отмечалось преимущество тех же вариантов, и накопление органики находилось примерно на том же уровне.

Поступление органики в звене с сидеральным паром складывалось из зеленой массы сидерата и ПКО культур и на варианте сидерат + NPK оно достигало - 4,61 т/га. Однако преимущество по накоплению органического вещества в сравнении со всеми вариантами отмечалось за системой удобрений сидерат + солома + NPK, где накапливалось 7,28 т/га.

Таким образом, внесение навоза 40 т/га в чистом пару уменьшало дефицит органического вещества. В звеньях с за-

нятым паром за счет пожнивно-корневых остатков и соломы, предшествующей в севообороте яровой пшеницы, а также гороха и вики поступление органического вещества составило почти столько же, сколько по первой системе удобрений, где вносится 40 т/га навоза.

В общем количестве послеуборочных остатков, поступающих под озимую пшеницу, после гороха и вики во второй системе удобрений преобладает солома, представляющая емкий источник энергетического материала в оптимизации органического вещества как альтернатива навозу, что позволяет обходиться меньшими затратами техногенных ресурсов. В паровом звене создается острый дефицит органического вещества, а потому применение соломы здесь является обязательным агротехническим приемом в сочетании с навозом или без навоза.

Проведенные исследования позволяют сделать следующие обобщения:

1. Возделывание зерновых бобовых культур в занятых и сидеральных парах с озимой пшеницей благодаря воздействию корневых систем обеспечивает увеличение агрономически ценных структурных агрегатов, их водопрочности, а строение пахотного слоя соответствовало оптимальному соотношению объемов капиллярной и некапиллярной пористости.

2. В формировании урожайности гороха и вики в занятых парах, а также викоовсяной смеси в сидеральном пару и накоплении биологического азота преимущество имела комбинированная в севообороте обработка почвы и органоминеральная система удобрений с участием соломы.

3. Дифференцированное возделывание озимой пшеницы по чистым, занятым и сидеральным парам обеспечивает более рациональное использование агроклиматических ресурсов на формирование урожайности при одновременном восполнении почвенного плодородия за счёт диверсификации органического

вещества и биологического азота, воспроизводимых в агробиогеоценозах. При этом на ближайших от ферм чистых парах следует вносить органические удобрения в виде навоза, а на удаленных полях в занятом пару после уборки гороха и вики применять измельченную солому как источник биологического азота и органического вещества. Для улучшения агрофизических и агробиологических показателей плодородия выщелоченного чернозёма, регулирования органического вещества, повышения урожайности озимой пшеницы возделывать зеленые удобрения в сидеральном пару.

Литература:

1. Захаренко А.В., Кирюшин Б.Д. Роль длительных полевых опытов в теории и практике земледелия. Длительному полевому опыту ТСХА 90 лет: итоги научных исследований. М. Изд-во МСХА, 2002.
2. Воробьев С.А. Севообороты интенсивного земледелия. М.: «Колос», 1979.
3. Акименко А.С. Системообразующее значение севооборотов. Севооборот в современном земледелии. М., 2004, с.57-60.
4. Лыков А.М. и др. Концептуальные основы плодородия агробиогеоценозов и его воспроизводства в ландшафтных системах земледелия. // А.М. Лыков, А.И. Еськов, М.Н. Новиков АГРО 2001. № 7,8. с.22-23.
5. Сукачев В.Н. Избранные труды / под ред. Е.М. Лавренко.- Л.: Наука. Проблемы фитоценологии.- 1975.- 543 с.
6. Омелянский В.А. Основы микробиологии. Пятое издание. Гос. изд-во. Ленинград, 1924.
7. Посыпанов Г.С. Методы изучения биологической фиксации азота воздуха. - М.: Агропромиздат, 1991. - 300 с.
8. Трепачев Е.П. Агрохимические аспекты биологического азота в современном земледелии. - М., 1999. - 532 с.