

УДК 631.445.51:631.452:631.582(470.4)

БИОЛОГИЗИРОВАННЫЕ СЕВОБОРОТЫ И ПЛОДОРОДИЕ КАШТАНОВЫХ ПОЧВ НИЖНЕГО ПОВОЛЖЬЯ

А.И. БЕЛЕНКОВ, д. с.-х. н.; А.В. ЗЕЛЕНЕВ, к. с.-х. н.

(Кафедра земледелия и МОД)

Применение на каштановых почвах приемов биологизации способствует уменьшению потерь органики, усиливает нитрификационную и биологическую активность почвы, оказывает положительное влияние на гумусообразовательные процессы и является эффективным приемом стабилизации выхода кормовых единиц в севооборотах Нижнего Поволжья.

В результате антропогенного воздействия нарастает деградация почв, ухудшается экологическая ситуация в сельском хозяйстве. Больше половины земель области (56% площади сельскохозяйственных угодий, или 4,9 млн га, из которых 3,4 млн га пашни) эродированы. Значительная часть каштановых почв имеет низкое содержание гумуса, близкое к критическому. В связи с этим возникает необходимость перевода растениеводства области на агроландшафтную систему земледелия, в котором функции севооборотов состоят в том, чтобы составом, чередованием и размещением культур управлять режимами использования, превращения и распределения антропогенных потоков вещества и энергии.

Основной путь экологизации земледелия — достижение наиболее высокой продуктивности агроэкосистем за счет усиления роли биологических факторов в системах земледелия. Важным элементом оптимизации севооборотов является введение в них многолетних трав, сидератов, зернобобовых и промежуточных культур.

Методика

Исследования проводили в ОПХ «Камышинское» Нижне-Волжского НИИСХ. Почва опытного участка каштановая тяжелосуглинистая с содержа-

нием гумуса 1,77-2,0%. Количество среднегодовых осадков составляет 325 мм. Погодные условия в годы исследований были различные: 1997, 2002, 2003, 2004 — влажные, 2000, 2001 — средние, 1995, 1996, 1998, 1999, 2005 — острозасушливые.

Анализ метеоусловий показывает, что изучаемые приемы повышения плодородия почв в севооборотах прошли проверку в различных погодных условиях.

Изучали следующие севообороты:

1 — пар черный — озимая рожь — яровая пшеница — ячмень (контроль), где под паром 25,0% и под зерновыми культурами 75,0% севооборотной площади;

2 — пар черный — озимая рожь — горох —¹ яровая пшеница — ячмень, где под паром 20,0%, под зерновыми 60,0% и под зернобобовыми 20,0% пашни;

3 — пар черный — озимая рожь — горох — кукуруза на зерно — ячмень + донник — донник (сидерат), где под паром 16,6%, зерновыми 50,2%, зернобобовыми 16,6% и травами 16,6% севооборотной площади;

4 — пар черный — озимая рожь — горох — яровая пшеница — кукуруза на зерно — ячмень + эспарцет — эспарцет 1-го года — эспарцет 2-го года, где под паром 12,5%, под зерновыми

50,0%, зернобобовыми 12,5% и под травами 25,0% пашни;

5 — пар черный — озимая рожь — ячмень + эспарцет — эспарцет 1-го года — эспарцет 2-го года — яровая пшеница — горох — кукуруза на зерно, где под паром 12,5%, под зерновыми 50,0%, под зернобобовыми 12,5% и под травами 25,0% севооборотной площади;

6 — пар черный (унавоженный) — озимая рожь — просо — ячмень, где под паром 25,0% и под зерновыми культурами 75,0% пашни;

7 — пар черный — озимая рожь — просо — ячмень, где под паром 25,0% и под зерновыми 75,0% пашни;

8 — пар черный — озимая рожь — ячмень + донник — донник (сидерат) — яровая пшеница — кукуруза на зерно, где под паром 16,6%, зерновыми 66,8% и травами 16,6% севооборотной площади;

9 — пар черный — озимая рожь — просо — ячмень + донник — донник (сидерат); где под паром 20,0%, зерновыми 60,0% и травами 20,0% пашни;

10 — бессменный посев кукурузы на зерно, где под зерновыми 100% пашни.

В изучаемых севооборотах применяли общепринятую агротехнику возделывания полевых культур.

Результаты исследований

Проведенные экспериментальные исследования показывают, что дополнительное внесение органических и сидеральных удобрений, послеуборочных остатков положительно влияет на нитрификационную способность почвы (табл. 1). Так, в среднем за годы исследований наивысшая энергия нитрификации наблюдалась по доннику на сидерат как в прямом действии под озимой рожью (варианты 9 и 3), так и в последствии под ячменем (вариант 9). Несколько ниже она была в вариантах с запашкой навоза под черный пар (вариант 6) и донника под яровую пшеницу (вариант 8), а также после распашки пласта эспарцета (вариант 4). Снижение энергии нитрифи-

Т а б л и ц а 1

Нитрификационная способность почвы в фазы колошения и выметывания под культурами севооборотов, мг/кг почвы (в среднем за 1995-2005 гг.)

№ севооборота	Культура	Предшественник	Энергия нитрификации
1	Озимая рожь	Пар черный	32,0
3		Пар черный (донник)	56,6
4		Пар черный (эспарцет)	47,2
6		Пар черный (навоз 40 т/га)	50,4
9	Яровая пшеница	Пар черный (донник)	61,9
1		Озимая рожь	29,5
2		Горох	33,8
5		Эспарцет 2-го года	37,2
8		Донник (сидерат)	44,4
1	Ячмень	Яровая пшеница	26,8
3		Кукуруза	37,3
4		Кукуруза	31,5
6		Просо (последствие навоза)	44,7
9	Просо	Просо (последствие донника)	45,6
7		Озимая рожь	27,2
6		Озимая рожь (последствие навоза)	36,7
9	Кукуруза	Озимая рожь (последствие донника)	33,2
3		Горох	50,9
4		Яровая пшеница	34,6
10		Кукуруза (бессменный посев)	27,5

кации отмечается под ячменем по яровой пшенице (вариант 1), просом по озимой ржи (вариант 7) и кукурузой при длительном ее возделывании на одном месте (вариант 10).

Важным показателем «жизнедеятельности» почвы является микробиологическая активность. Для ее оценки проводят наблюдения за «дыханием» почвы в посевах озимой ржи, яровой пшеницы, ячменя, проса и кукурузы, которые помогают раскрыть процесс разложения органического вещества в почве, т.е. биологическую активность.

Биологическая активность зональных почв находится в тесной зависимости от уровня атмосферного увлажнения. С его повышением увеличивается биологическая активность почвы. При запашке соломы озимой ржи на начальных этапах разложения биологическая активность почвы снижается на 2,7%. В течение периода вегетации микробиологический режим почвы стабилизируется, что

подтверждается прибавкой урожайности сорго по фону запашки ржаной соломы на 0,19 т/га [1].

Запашка органической массы сидератов способствует повышению биологической активности почвы на 7,1-8,6%, а по пласту многолетних трав в сравнении с предшественником — озимой рожью (с запашкой соломы) биологическая активность почвы повышается на 2,6% [6].

Проведенные нами наблюдения показывают существенное увеличение микробиологической активности почвы в посевах с применением различных приемов улучшения плодородия почв (табл. 2). Данные о выделении диоксида углерода в посевах озимой ржи показывают, что повышенная биологическая активность наблюдается при размещении ее по унавоженному и удобренному сидеральной массой донника черному пару (варианты 6, 3 и 9), а также по черному пару после эспарцета (вариант 4).

Таблица 2

Интенсивность выделения диоксида углерода с поверхности почвы под культурами севооборотов в периоды колосения и выметывания, мг/м² в час (в среднем за 1995-2005 гг.)

№ севооборота	Культура	Предшественник	Выделилось CO ₂
1	Озимая рожь	Пар черный	34,7
3		Пар черный (донник)	43,9
4		Пар черный (эспарцет)	42,4
6		Пар черный (навоз 40 т/га)	46,9
9		Пар черный (донник)	42,1
1	Яровая пшеница	Озимая рожь	33,9
2		Горох	42,8
5		Эспарцет 2-го года	44,7
8		Донник (сидерат)	46,6
1	Ячмень	Яровая пшеница	31,2
3		Кукуруза	48,3
4		Кукуруза	45,1
6		Просо	55,0
9		Просо	53,5
7	Просо	Озимая рожь	29,3
6		Озимая рожь (последствие навоза)	43,0
9		Озимая рожь (последствие донника)	44,9
3	Кукуруза	Горох	39,3
4		Яровая пшеница	35,5
10		Кукуруза (бессменный посев)	31,8

Под яровыми культурами по последствию навоза, сидерата, пласта трав также отмечается увеличение данного показателя. Введение в севообороты зернобобовой культуры гороха также положительно влияет на биологическую активность, в частности, под яровой пшеницей и кукурузой. Пониженное выделение CO_2 из почвы отмечается у проса по озимой ржи, ячменя по яровой пшенице и при бессменном посеве кукурузы на зерно (см. табл. 2).

Усиливается роль севооборота в агроландшафтных системах земледелия и как фактора регулирования органического вещества почвы. Особенно на полях с люцерной, эспарцетом, донником, где потери органики в значительной степени компенсируются за счет гумификации корневых остатков многолетних трав [3, 7].

Введение в состав зернопарового севооборота четырех полей многолетних трав (на 57% площади) позволяет обеспечить положительный (+383 кг/га) баланс гумуса в почве.

Посевы многолетних трав в виде выводных полей совместно с применением заправки соломы озимых не обеспечивают положительного баланса гумуса, а лишь снижают его дефицит до 146-896 кг/га.

В результате использования донника на сидерат совместно с примени-

ем заправки ржаной соломы в благоприятные по увлажнению годы почти полностью (до 41-47 кг/га) устраняется дефицит гумуса в севообороте, а при использовании донника на корм снижается до 381 кг/га [6].

Круговорот органики в севооборотах позволяет оценить возможные потери плодородия из-за выноса питательных веществ из почвы возделываемыми культурами и наличия того или иного количества пара. Исходя из этого разрабатываются и внедряются севообороты с максимальным возвратом органики в почву и уменьшением доли черного пара, где содержание гумуса в большинстве случаев снижается.

Из табл. 3 видно, что во всех вариантах показатели возврата органической массы превышают контроль, кроме варианта 2. Наибольшее количество растительных остатков возвращается в 4-польном севообороте с внесением на 1 га 40 т навоза и при бессменном посеве кукурузы на зерно соответственно 3,82 и 3,59 т, что выше контроля на 1,72 и 1,49 т/га. В вариантах 3 и 8 с донником на сидерат под черный пар и яровую пшеницу с 16,6% пара и трав этот показатель выше контроля соответственно на 0,85 и 0,86 т/га. Наименьшее количество растительных остатков возвращается в варианте 2-1,94 т/га, это ниже контроля на 0,16 т/га.

Таблица 3

Круговорот органического вещества в слое почвы 0-0,3 м по севооборотам, т/га
(в среднем за 1995-2005 гг.)

№ севооборота	Структура пашни, %				Образовалось	Отчуждено	Возвращено
	черный пар	зерновые	зернобобовые	травы			
1	25,0	75,0	—	—	3,92	1,82	2,10
2	20,0	60,0	20,0	—	3,90	1,96	1,94
3	16,6	50,2	16,6	16,6	4,63	1,68	2,95
4	12,5	50,0	12,5	25,0	4,48	2,07	2,41
5	12,5	50,0	12,5	25,0	4,37	1,99	2,38
6	25,0	75,0	—	—	4,86	2,38	3,82
7	25,0	75,0	—	—	4,13	1,88	2,25
8	16,6	66,8	—	16,6	4,65	1,69	2,96
9	20,0	60,0	—	20,0	4,32	1,64	2,68
10	—	100,0	—	—	5,07	1,48	3,59

Процессы накопления и разложения органического вещества, а в итоге баланс гумуса можно направленно регулировать структурой посевных площадей, чередованием культур в севооборотах, дополнительным внесением растительных остатков, а именно сокращением доли черного пара, увеличением посевов многолетних трав, зернобобовых, запашкой сидератов, листостебельной массы кукурузы и соломы озимой ржи [7].

Чем больше теряется из круговорота органики, тем интенсивнее идет снижение почвенного плодородия. В табл. 4 приведены данные о балансе

гумуса в севооборотах с различными структурой посевных площадей и приемами биологизации.

Анализ баланса гумуса за ротацию севооборотов показывает, что в варианте, где под вспашку черного пара вносится норма навоза 40 т/га, наблюдается увеличение содержания общих запасов гумуса на 0,03 и 0,04%, или 0,262 и 0,385 т/га в год.

В вариантах с внесением сидеральной массы донника под черный пар бездефицитный баланс гумуса не достигнут. Здесь наблюдается снижение содержания гумуса по сравнению с контролем, хотя и в меньшей степени, чем

Таблица 4

Баланс гумуса в севооборотах

№ севооборота	Год наблюдений	Содержание гумуса		Расход или приход гумуса		
		%	т/га	за ротацию севооборота		в год
				%	т/га	т/га
1	1993	1,74	60,90			
	1997	1,72	60,20	-0,02	-0,70	-0,175
				-0,01	-0,35	-0,082
2	2001	1,71	59,87			
	1996	1,81	63,33	-0,01	-0,33	-0,066
3	2001	1,80	63,0			
	1993	1,94	67,76	-0,01	-0,21	-0,035
6	1999	1,93	67,55			
	1993	1,95	68,25	+0,03	+1,05	+0,262
				+0,04	+1,54	+0,385
7	2001	2,02	70,84			
	1993	1,81	63,35	-0,03	-1,05	-0,262
				-0,02	-0,50	-0,125
8	2001	1,76	61,8			
	1993	1,84	64,40	-0,01	-0,27	-0,045
9	1999	1,83	64,13			
	1996	2,11	73,85	-0,01	-0,31	-0,062
10	2001	2,10	73,54			
	2002	1,89	66,15	-0,02	-0,66	-0,66
	2003	1,87	65,49			

в 5- и 6-польном севооборотах. Так, в варианте 9 с донником на сидерат в 5-польном севообороте уменьшение гумуса составляет 0,31 т/га за ротацию или 0,062 т/га в год, в 6-польном (вариант 3) соответственно 0,21 или 0,035 т/га в год.

Как видно, в варианте с сидерацией снижается содержание гумуса по сравнению с контролем соответственно на 0,02 за ротацию и 0,047 т/га в год. Потери гумуса в год в результате применения донника на сидерат под яровую пшеницу (вариант 8) в 6-польном севообороте составляют 0,045 т/га. Наибольшее снижение содержания гумуса наблюдается при бессменном посеве кукурузы — 0,66 т/га в год.

Как показывают многолетние исследования научных учреждений, в сухостепной и полупустынной зонах этого региона в среднем наибольший выход зерна с единицы севооборотной площади достигается в 4-польных зернопаровых и зернопаропропашных севооборотах, включающих различные группы полевых культур (озимые, ранние и поздние яровые), которые имеют разные сроки вегетации и обладают большей устойчивостью к неблагоприятным погодным условиям [2, 4, 5]. Это позволяет соблюдать и принцип технологического разнообразия, что уменьшает опасность негативного изменения агроэкосистем под влияни-

ем одностороннего антропогенного воздействия.

Исследования, проведенные в засушливой зоне Северного Прикаспия показывают, что наиболее высокая продуктивность — 1,09-1,07 т корм. ед./га отмечена в 4-польном севообороте с выводными полями многолетних трав (пар черный — 25%, зерновые — 50%, многолетние травы — 25%), наименьшая продуктивность — в 5-польных севооборотах с донником на сидерат и 7-польном севообороте с многолетними травами — 0,72-0,73 т корм, ед/га [1,6].

Для оценки севооборотов проводили расчеты выхода зерна и кормовых единиц с 1 га пашни за минусом семян на посев (табл. 5). Из приведенных данных видно, что при использовании в севооборотах многолетних трав (эспарцет) снижается выход зерна по сравнению с контролем на 0,07—0,10 т/га. Значительно выше контрольного варианта выход зерна с 1 га севооборотной площади только в 4-польном севообороте с внесением навоза и при бессменном посеве кукурузы — на 0,45 т/га.

В вариантах с донником этот показатель был незначительно (на 0,02—0,11 т/га) выше, чем на контроле.

По всем севооборотам выход кормовых единиц с 1 га пашни превышал контроль, кроме варианта 9 с донни-

Таблица 5
Выход зерна и кормовых единиц в севооборотах, т/га (в среднем за 1995-2005 гг.)

№ севооборота	Структура пашни, %				Выход	
	черный пар	зерновые	зернобобовые	травы	зерно	корм. ед.
1	25,0	75,0	—	—	1,01	1,46
2	20,0	60,0	20,0	—	1,00	1,52
3	16,6	50,2	16,6	16,6	1,12	1,56
4	12,5	50,0	12,5	25,0	0,94	1,62
5	12,5	50,0	12,5	25,0	0,91	1,57
6	25,0	75,0	—	—	1,46	1,97
7	25,0	75,0	—	—	1,16	1,58
8	16,6	60,8	—	16,6	1,09	1,51
9	20,0	60,0	—	20,0	1,03	1,37
10	—	100,0	—	—	1,46	1,95
—	—	—	—	НСП, т/га	0,17	0,05

ком на сидерат, где он был меньше на 0,09 т/га. В вариантах 3 и 8 с донником на сидерат этот показатель был выше, чем в контроле на 0,10 и 0,05 т/га, эспарцетом (варианты 4 и 5) — на 0,16 и 0,11 т/га, навозом — на 0,51 т/га.

Заклучение

Таким образом, применение на каштановых почвах Нижнего Поволжья биологизированных севооборотов с донником на сидерат и многолетними травами при запашке соломы озимой ржи и листостебельной массы кукурузы наблюдается повышение нитрификационной способности и биологической активности почвы, увеличение возврата органической массы в почву, снижение потерь гумуса и стабилизация выхода кормовых единиц с 1 га севооборотной площади.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Беленков А.И.* Полевые севообороты, основная обработка почвы и приемы регулирования плодородия почв в черноземностепной, сухостепной и полупу-

стынной зонах Нижнего Поволжья. Монография / А.И. Беленков, А.Н. Сухов, К.А. Имангалиев. Волгоград: ФГОУ ВПО ВГСХА, 2007. — 2. *Кирюшин В.И.* Экологические основы земледелия / В.И. Кирюшин. М.: Колос, 1996. — 3. *Листопадов И.Н.* Агрономическое значение современного севооборота // Научно-агрономический журнал, 2005. №2. С. 28-34. — 4. *Лопырев М.И.* Агроландшафты и земледелие / М.И. Лопырев, А.С. Макаренко. Воронеж: Изд-во ВГАУ, 2001. — 5. *Смутнее П.А.* Севооборот в земледелии Нижнего Поволжья / П.А. Смутнее, В.П. Волынский // Достижения науки и техники АПК, 2005. №7. С. 5-7. — 6. *Сухов А.Н.* Биологизация полевых севооборотов в неорошаемом земледелии Прикаспия / А.Н. Сухов, В.П. Зволинский, А.В. Гулин, А.И. Беленков // Проблемы рационального природопользования аридных зон Евразии. М.: Изд-во Моск. ун-та, 2000. С. 77-81. — 7. *Сухов А.Н.* Полевые севообороты в сухостепной и полупустынной зонах Нижнего Поволжья / А.Н. Сухов, А.И. Беленков, А.Ф. Карякин, В.П. Волынский, П.А. Смутнее // Сб. науч. тр. Волгоград: ВГСХА, 2005. С. 82-91.

Рецензент — д. б. н. В.В. Кидин

SUMMARY

The use of biologizational methods on chestnut soils results in reduction of organics loss, strengthens nitrification and biological activity of soils, positively influences humus-forming processes and appears as an effective way of stabilizing the fodder units output in crop rotation in Lower Povolzhje.