УДК 630.232.322:631.452(045)

СОХРАНЕНИЕ ПЛОДОРОДИЯ ПОЧВЫ И ПОВЫШЕНИЕ ПРОДУКТИВНОСТИ ЯЧМЕНЯ ПОСЛЕ ФИТОМЕЛИОРАЦИИ

СОЛОДОВНИКОВ Анатолий Петрович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ДЕНИСОВ Евгений Петрович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ШЕСТЕРКИН Геннадий Иванович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ДАУЛЕТОВ Махат Аскарбекович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ГУДОВА Людмила Александровна, *ФГБНУ РосНИИСК «Россорго»*

Изучено влияние классической и минимальной обработок почвы на плотность ее сложения, структурность, содержание гумуса, сумму обменных оснований и урожайность зерна ячменя после фитомелиорации чернозема южного. Исследования проводили в течение шести лет в зерновом (чечевица, яровая пшеница, овес, ячмень) и травяном звеньях севооборота (люцерна третьего года использования, яровая пшеница, овес, ячмень). Установлено, что минимализация основной обработки почвы в травяном звене способствовала сохранению плодородия, накопленного фитомелиорантом. Наименьшие значения плотности сложения почвы отмечали по обороту пласта люцерны, после перегнивания растительных остатков многолетней травы (1,12 г/см³), при классической обработке и дисковании (1,18 г/см³). На четвертый и последующие годы плотность почвы в травяном звене достигала фоновых значений. На варианте с минимальной обработкой после шести лет возделывания яровых зерновых культур в травяном звене структурность почвы оставалась на уровне 77,6 %, что превышало количество агрономически ценных агрегатов в зерновом звене на 5,3 %. За годы обработки почвы в травяном звене содержание гумуса снизилось на вспашке с 3,4 до 3,15 % и на фоне дискования до 3,26 %, что превышало зерновое звено на 0,05 и 0,10 % соответственно. Ячмень в травяном звене более отзывчив на минимальную обработку почвы по сравнению с зерновым звеном. Увеличение продуктивности культуры на данном варианте фиксировали в течение пяти лет (27,5 %), при применении классической обработки – четыре года (18,0 %).

Современное ведение сельскохозяйственного производства на основе традиционной обработки приводит к устойчивому ухудшению свойств почвы и утрате экологических и производительных функций. Поэтому необходимо разработать новую систему земледелия для эродированных почв, а также почв с низким содержанием гумуса, которая позволит значительно сократить деградационные процессы и увеличить продуктивность зерновых культур. Этого можно достичь при сочетании двух факторов: фитомелиорации и минимализации основной обработки почвы под зерновые культуры.

Фитомелиоративную эффективность различных видов многолетних трав на черноземах южных в Поволжье авторы изучали ранее [1, 2, 6, 7], но без учета сохранения плодородия почвы при минимализации основной обработки после фитомелиорации.

Цель данной работы – изучение влияния классической и минимальной обработок почвы на сохранение плодородия черноземов южных и продуктивность ячменя после фитомелиорации в условиях Саратовской области.

Методика исследований. Исследования проводили на черноземе южном слабосмытом (содержание гумуса в пахотном слое 3,1–3,2 %) опытного поля Саратовского ГАУ им. Н.И. Вавилова в 2010–2015 гг. По средним многолетним данным в районе проведения опытов за период вегетации яро-

вых ранних культур (май – июль) выпадает 132 мм осадков: в 2010 г. – 72,3 мм, в 2011 г. – 79,6 мм, в 2012 г. – 80,2 мм, в 2014 г. – 110,1 мм, что соответственно на 59,7; 52,4; 51,8 и 21,9 мм ниже среднемноголетней нормы. В 2013 г. сумма осадков за этот период составила 222,2 мм, в 2015 г. – 138,3 мм, что превышало норму на 90,2 и 6,3 мм.

Исследования проводили в зерновом звене (чечевица, яровая пшеница, овес, ячмень) – контроль 1; в травяном звене севооборота (люцерна третьего года использования, яровая пшеница, овес, ячмень) – фактор А. На фоне двух вариантов основной обработки почвы – фактор Б:

1) классическая обработка плугом ПЛН-5-35 на глубину 23–25 см (контроль 2);

2) минимальная обработка дисковой бороной Catros-3001 на глубину 10–12 см.

Опыт осуществляли в четырехкратной повторности. Посевная площадь делянок – 250 м^2, учетная – 125 м^2. Расположение делянок рендомизированное. Сорт ячменя – Нутанс 642.

Полевой опыт сопровождался наблюдениями и исследованиями в соответствии с общепринятыми методиками и методическими указаниями [3–5].

Агротехника в опыте: после уборки предшественников опытный участок обрабатывали гербицидом раундап (4 л/га). Основную обработку почвы проводили через две недели после опрыскивания гербицидом согласно схеме опыта. Основную обработку почвы после люцерны третьего года использования проводили в течение 2009–2012 гг.

Результаты исследований. Оптимизация параметров эффективного плодородия почвы в связи с агротехнологиями различного уровня интенсификации осуществляется на основе изучения системного взаимодействия элементов плодородия и элементов системы земледелия. Энергетические и экономические затраты на механическую обработку почвы зависят от ее физических свойств и содержания органического вещества.

Оптимизация физических свойств почвы способствует эффективному использованию запасов влаги, созданию лучшего воздушного и питательного режима. Основные приемы регулирования физических свойств почвы – механическая обработка, разрыхляющее действие корневой системы и количество пожнивно-корневых остатков, накопленных предшествующей культурой.

По пласту люцерны плотность почвы при вспашке была меньше на 0,03 г/см^3 по отношению к минимальной обработке и на 0,06 г/см^3 по отношению к контролю (1,22 г/см^3). Наименьшие значения плотности сложения почвы отмечали по обороту пласта люцерны, после перегнивания растительных остатков многолетней травы, – при классической обработке и дисковании – 1,12 г/см^3 и 1,18 г/см^3, что ниже контроля на 8 и 4 % соответственно (табл. 1).

К третьему году обработки многолетних трав различия по вариантам были в пределах ошибки опыта. В последующие годы плотность почвы в травяном звене достигала фоновых значений, но не превышала оптимальных показателей, установленных для яровых культур.

Вновь разрабатываемые системы основной обработки почвы при возделывании сельскохозяйственных растений должны обеспечивать сохранение и восстановление в

Таблица 1

Динамика плотности почвы перед посевом ячменя в слое 0–0,3 м, г/см^3

Основная обработка почвы	Люцерна 3-го года использования	Травяное звено						Зерновое звено (контроль 1)
		пласт	оборот пласта	третий год	четвертый год	пятый год	шестой год	
Классическая (контроль 2)	1,31	1,16	1,12	1,20	1,22	1,23	1,21	1,22
Минимальная	1,31	1,19	1,18	1,22	1,23	1,23	1,22	1,23

ней макроструктуры. Отсутствие механической обработки почвы в посевах многолетних трав (люцерна) и интенсивное развитие корневой системы повышало количество макроагрегатов до 81,2–81,4 %, в зерновом звене – до 70,1–72, 3 % (табл. 2).

Интенсивная обработка люцернового поля при возделывании яровых культур способствовало снижению доли макроструктуры: по пласту – на 3,4 %, на третий год – 6,4 %, на шестой год – 9,4 %. При минимальной обработке темпы снижения агрономически ценных агрегатов несколько уменьшались по сравнению со вспашкой: по пласту – на 0,6 %, на третий год – 3,0 %, на шестой год – 5,6 %. При дисковании почвы на 10–12 см в травяном звене после шести лет возделывания зерновых культур структурность почвы составляла 77,6 %, что превышало зерновое звено на 5,3 %.

Гумус, содержащийся в почве, рассматривается как главный источник питания растений, а в интенсивных агротехнологиях – как возможное экологическое условие, определяющее возможность той или иной агрохимической нагрузки. По обороту пласта многолетних трав на варианте с классической обработкой содержание гумуса снизилось до 3,31 %, т.е. на 0,09 %. При минимальной обработке данный показатель составил 0,02 %. К шестому году возделывания зерновых культур в травяном звене различия между контролем 2 и минимальной обработкой составляли 0,11 %.

За шесть лет обработки почвы в травяном звене содержание гумуса в почве снизилось с 3,4 до 3,15 % при вспашке и до 3,26 % на фоне дискования, что превышало зерновое звено соответственно вариантам на 0,05 и 0,10 % (табл. 3).

В ходе исследований было выявлено влияние интенсивности обработки почвы на сумму обменных оснований чернозема южного слабосмытого (табл. 4). В посевах люцерны третьего года использования сумма обменных оснований составляла 30,2–31,1 мг-экв. на 100 г почвы. Ежегодная отвальная обработка на 23–25 см при возде-

Таблица 2

Динамика структурности почвы в посевах ячменя в слое 0–0,3 м, % агрегатов 0,25–10 мм

Основная обработка почвы	Люцерна 3-го года использования	Травяное звено						Зерновое звено (контроль 1)
		пласт	оборот пласта	третий год	четвертый год	пятый год	шестой год	
Классическая (контроль 2)	81,4	78,0	78,1	75,0	73,1	72,7	72,0	70,1
Минимальная	81,2	78,6	78,0	78,0	78,5	77,9	77,6	72,3

Таблица 3

Динамика содержания гумуса в посевах ячменя в слое 0–0,3 м, %

Основная обработка почвы	Люцерна 3-го года использования	Травяное звено						Зерновое звено (контроль 1)
		пласт	оборот пласта	третий год	четвертый год	пятый год	шестой год	
Классическая (контроль 2)	3,40	3,35	3,31	3,25	3,20	3,20	3,15	3,10
Минимальная	3,40	3,38	3,38	3,36	3,30	3,29	3,26	3,16

лывании яровых зерновых культур снизила сумму обменных оснований до фоновых значений (28,5 мг-экв. на 100 г почвы) к пятому году. На варианте с минимальной обработкой на 10–12 см сумма обменных оснований соответствовала контрольным значениям (29,4 мг-экв. на 100 г почвы) только на шестой год обработки.

Итоговым критерием оценки плодородия пашни служит ее производительность, которая должна характеризоваться выходом продукции с единицы площади при различных уровнях интенсификации земледелия, т.е. экономическими показателями.

Минимализация основной обработки почвы по пласту люцерны в среднем за четыре года (2010–2013 гг.) увеличивала продуктивность ячменя по сравнению с зерновым звеном на 0,36 т/га, или на 28,6 %. При вспашке данный показатель составил 0,33 т/га, или 22 % (табл. 5).

По обороту пласта многолетней травы (2011–2014 гг.) прибавка урожайности ячменя на вспаханных участках равнялась 0,24 т/га (15,3 %), по дискованию на 10–12 см – 0,28 т/га (20,6 %). На третий год интенсивной обработки почвы в травяном звене (2012–2015 гг.) данный показатель соответственно вариантам составил 24,5 и 36,7 %. К четвертому году возделывания яровых ранних культур (2013–2015 гг.) фитомелиоративная эффективность многолетней травы при классической обработке уменьшалась до 10,2 %, а при минимальной сохранялась практически на уровне третьего года (32,5 %).

На вспаханных вариантах в травяном звене к пятому году отмечалось снижение урожайности ячменя на 0,08 т/га (на 7,3 %) по сравнению с контролем. Минимализация основной обработки почвы увеличивала продуктивность ячменя на 0,14 т/га (16,2 %). В 2015 г., через шесть лет после распашки люцернового поля, урожайность ячменя составила 1,03 т/га, что ниже контроля на 0,10 т/га (на 8,8 %), при минимальной обработке на 10–12 см – 0,02 т/га (2,1 %). Данные отклонения урожайности ячменя были в пределах ошибки опыта.

Анализ полученных результатов показал, что ячмень в травяном звене более отзывчив на минимальную обработку почвы по сравнению с зерновым звеном. Увеличение продуктивности на данном варианте фиксировали в течение пяти лет (27,5 %), при классической обработке – четыре года (18,0 %).

Коэффициент вариации урожайности ячменя в травяном звене составил после минимальной обработки – 64,2 %, по вспашке – 50,8 %; в зерновом звене – 84,4 и 69,1 %. Из этого следует, что после фитомелиорации чернозема южного продуктивность ячменя в 1,3–1,4 раза меньше зависела от интенсивности приемов основной обработки почвы по сравнению с возделыванием его в зерновом звене.

Выводы. Минимализация основной обработки почвы в травяном звене более длительное время сохраняла плодородие почвы. Шестилетнее возделывание зерновых культур на варианте с минимальной обработкой способствовало увеличению гумуса на 0,11 %, агрономически ценной структуры – на 5,6 %, суммы обменных оснований – на 0,8 мг-экв. на 100 г почвы по сравнению со вспашкой, при уменьшении урожайности ячменя всего на 2,1 %.

Таблица 4

Сумма обменных оснований в слое 0–0,3 м в посевах ячменя, мг-экв. на 100 г почвы

Основная обработка почвы	Люцерна 3-го года использования	Травяное звено						Зерновое звено (контроль 1)
		пласт	оборот пласта	третий год	четвертый год	пятый год	шестой год	
Классическая (контроль 2)	32,2	32,0	29,4	30,2	30,4	28,5	28,6	28,5
Минимальная	32,3	32,3	32,0	31,1	31,1	31,0	29,4	29,0

Таблица 5

Урожайность зерна ячменя по вариантам опыта, т/га

Год	Основная обработка почвы	Травяное звено						Зерновое звено (контроль 1)
		пласт люцерны 3-го года	оборот пласта	третий год	четвертый год	пятый год	шестой год	
2010	Классическая	1,01	–	–	–	–	–	0,79
	Минимальная	0,74	–	–	–	–	–	0,37
2011	Классическая	3,67	3,22	–	–	–	–	3,48
	Минимальная	3,40	3,09	–	–	–	–	3,24
2012	Классическая	0,94	1,01	0,78	–	–	–	0,69
	Минимальная	0,84	0,99	0,65	–	–	–	0,58
2013	Классическая	1,70	1,68	1,55	1,30	–	–	1,05
	Минимальная	1,51	1,52	1,40	1,17	–	–	0,84
2014	Классическая	–	1,35	1,32	1,15	0,85	–	1,06
	Минимальная	–	0,98	1,11	1,05	0,90	–	0,80
2015	Классическая	–	–	1,23	1,11	1,16	1,03	1,13
	Минимальная	–	–	1,16	1,19	1,10	0,91	0,93
Среднее	Классическая	1,83	1,81	1,22	1,19	1,01	1,03	–
	Минимальная	1,62	1,64	1,08	1,14	1,00	0,91	–
Среднее	Зерновое звено	2010–2013 гг.	2011–2014 гг.	2012–2015 гг.	2013–2015 гг.	2014–2015 гг.	2015 г.	2010–2015 гг.
	Классическая	1,50	1,57	0,98	1,08	1,09	1,13	1,37
	Минимальная	1,26	1,36	0,79	0,86	0,86	0,93	1,13
$НСР_{05}$ (по фактору А)		2010 г. – 0,14; 2011 г. – 0,08; 2012 г. – 0,06; 2013 г. – 0,12; 2014 г. – 0,09; 2015 г. – 0,10						
$НСР_{05}$ (по фактору В)		2010 г. – 0,11; 2011 г. – 0,07; 2012 г. – 0,05; 2013 г. – 0,09; 2014 г. – 0,05; 2015 г. – 0,06						
$НСР_{05}$ (по фактору АВ)		2010 г. – 0,12; 2011 г. – 0,07; 2012 г. – 0,05; 2013 г. – 0,10; 2014 г. – 0,07; 2015 г. – 0,07						

Ячмень в травяном звене более отзывчив на минимальную обработку почвы по сравнению с зерновым звеном. Увеличение продуктивности при минимальной обработке фиксировали в течение пяти лет, при классической – четыре года.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Влияние многолетних трав на агрохимические свойства почвы и урожайность последующих культур / А.В. Ганькин [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2005. – № 2. – С. 5–6.

2. *Денисов Е.П., Солодовников А.П., Мокин А.С.* Улучшение агрофизических свойств южных черноземов под влиянием многолетних трав // Кормопроизводство. – 2006. – № 3. – С. 19–21.

3. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

4. *Кирюшин Б.Д., Усманов Р.Р., Васильев И.П.* Основы научных исследований в агрономии. – М.: КолосС, 2009. – 398 с.

5. Методы оценки и прогноза агроклиматических и почвенных показателей в агроландшафтах / В.М. Гончаров [и др.]. – Владимир: Рост, 2010. – 176 с.

6. Многолетние травы как предшественники и фитомелиоранты зерновых культур / Е.П. Денисов [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 11. – С. 23–27.

7. Фитомелиорация и резервы укрепления кормовой базы в Поволжье / Е.П. Денисов [и др.] //Аграрный научный журнал. – 2016. – № 3. – С. 19–22.

Солодовников Анатолий Петрович, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Денисов Евгений Петрович, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Шестеркин Геннадий Иванович, *д-р с.-х. наук, проф. кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Даулетов Махат Аскарбекович, *канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры «Ботаника, химия и экология», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.
Тел.: (8452) 26-16-28;
e-mail: solodovnikov-sgau@yandex.ru.

Гудова Людмила Александровна, *канд. с.-х. наук, старший научный сотрудник, ФГБНУ РосНИИСК «Россорго». Россия.*

410050, г. Саратов, 1-й Институтский проезд, 4.
Тел.: 89271242886.

Ключевые слова: *минимальная обработка; классическая обработка; ячмень; фитомелиорация; плодородие почвы; травяное звено.*

SOIL CONSERVATION AND BARLEY PRODUCTIVIZATION AFTER PHYTOMELIORATION

Solodovnikov Anatoliy Petrovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Denisov Evgeniy Petrovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Shesterkin Gennadiy Ivanovich, *Doctor of Agricultural Sciences, Professor of the chair "Agriculture, Amelioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Dauletov Makhat Askarbekovich, *Candidate of Agricultural Sciences, Senior Teacher of the chair "Botany, Chemistry and Ecology", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Gudova Lyudmila Aleksandrovna, *andidate of Agricultural Sciences, Senior Researcher, RosNIISK "Rossorgo". Russia.*

Keywords: *minimum tillage; traditional tillage; barley; phytomelioration; soil fertility; grass link.*

It has been studied the influence of traditional and minimum tillage on bulk density, soil pedality, humus content, the amount of exchange bases and yield of barley grain after phytomelioration of chernozem southern. Research was carried out for six years in the grain (lentils, spring wheat, oats, barley) and grass crop rotation links (alfalfa third year of use, spring wheat, oats, barley). It was found out that minimizing the basic tillage in the grass link contributed to the preservation of soil fertility gained by phyto ameliorant. The lowest values of soil pedality were after the formation digestion of perennial grass remains (1.12 g / cm³) after traditional tillage and disking (1.18 g / cm³). In the fourth and subsequent years, the value of soil density in the grass link was baseline. In the variant with minimum tillage after six years of spring crops cultivation in the grass link soil structuring was 77.6%. It exceeded the number of healthy aggregates in grain link by 5.3%. During the years of tillage in the grass link the humus content decreased from 3.4 to 3.15% after plowing and up to 3.26% after disking, which exceeded the grain link by 0.05 and 0.10%, respectively. Barley in the grass link is more responsive to the minimum tillage compared with grain link. Increased productivity in this variant was recorded for five years (27.5%), when using traditional tillage – for four years (18.0%).