УДК631.51:633.16: 631.582

ПРОДУКТИВНОСТЬ ЯРОВЫХ КОЛОСОВЫХ КУЛЬТУР В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБА ОСНОВНОЙ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ В ЗЕРНОПАРОПРОПАШНОМ СЕВООБОРОТЕ

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

ШАГИЕВ Батыр Зайнуллинович, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ЛИНЬКОВ Александр Сергеевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

ПОЛЕТАЕВ Илья Сергеевич, *Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова*

Трехлетние научные наблюдения показали, что в засушливых условиях Саратовского Заволжья на темно-каштановых почвах в зернопаропропашном севообороте перед посевом яровой пшеницы и ячменя наибольшая плотность почвы отмечалась на минимальной обработке – 1,25 г/см³. Вспашка на глубину 23–25 см способствовала уменьшению плотности сложения в пахотном слое по сравнению с безотвальной обработкой на 9 %, а с минимальной на 13 %. Минимальная обработка дискатором БДМ 7 × 3 на глубину 10–12 см уменьшала водопроницаемость темно-каштановой почвы на 38 % за первый час наблюдения и на 51 % после четвертого часа по сравнению со вспашкой. Перед посевом яровых ранних культур максимальное накопление влаги в почве в слое 50–100 и 0–100 см фиксировалось по глубокому безотвальному рыхлению 13,9 и 15,7 %, что было больше контрольных значений на 1,5 и 0,5 %. В фазу кущения яровой пшеницы и ячменя максимальное увлажнение верхнего слоя почвы отмечалось на контроле и комбинированной обработке 15,7–15,8 %.

Комбинированная основная обработка темно-каштановых почв Саратовского Заволжья обеспечивала повышение урожайности яровых ранних культур на 0,8–3,0 %. Минимизация обработки почвы уменьшала продуктивность ячменя и яровой пшеницы на 23,3–28,2 %, безотвальное рыхление 8,3–9,4 % по сравнению с контролем. Коэффициент вариации урожайности яровой пшеницы и ячменя по способам основной обработки в 2017 г. был средний и составил 11,3–15,2 %, в 2018 г. незначительный – 6,3–6,9 %, 2019 г. значительный – 23,5–40,9 %.

Введение. В условиях богарного земледелия Саратовского Заволжья неправильно подобранный способ основной обработки может значительно снизить способность почвы к накоплению и сохранению продуктивной влаги от выпавших осадков в зимне-весенний период и во время вегетации яровых культур [7, 16].

Антропогенное воздействие различными орудиями для обработки почвы изменяет почвенную микрофлору и агрофизические свойства [2, 3, 8, 12, 13].

Все вышеуказанное значительно влияет на формирование урожая зерна яровых пшеницы и ячменя. Поэтому создание оптимальных водно-физических свойств темно-каштановой почвы с помощью основной обработки является актуальным направлением исследований.

Методика исследований. Опыты проводились на опытном поле УНПО «Поволжье» Энгельсского р-на Саратовской области в 2017–2019 гг. Почва опытного участка – темно-каштановая, среднесуглинистая по гранулометрическому составу, содержание гумуса 2,9 %. В метровом слое почвы плотность сложения составляет 1,37 г/см³, НВ – 22,1 %, ВУЗ – 9,7 % от массы абсолютно сухой почвы.

По среднемноголетним климатическим значениям в Энгельсском р-не за период вегетации яровых ранних культур (май – июль) выпадает 112 мм атмосферных осадков. В 2017 г. количество осадков за три указанных месяца было равно 215,4 мм, в 2018 – 62,2 мм, в 2019 – 42,0 мм. Гидротермический коэффициент вегетационного периода (май – июль) соответственно по годам составил: 1,2; 0,63; 0,21.

С целью определения оптимальных значений водно-физических свойств темно-каштановой почвы для получения стабильных урожаев яровой пшеницы и ячменя в Саратовском Заволжье был заложен опыт по следующей схеме: 1. Контроль – отвальная обработка (ПЛН-8-35 на глубину 23–25 см); 2. Безотвальная обработка (SSD – 4 на глубину 30–32 см); 3. Минимальная обработка (БДМ 7 × 3

на глубину 10–12 см); 4. Комбинированная обработка (ПБС – 8 М на глубину 23–25 см).

Площадь делянок: общая 1500 м², учетная 1000 м². Повторность трехкратная. Расположение делянок рендомизированное. Сорт яровой пшеницы – Альбидум-32, ячменя Медикум-139.

Яровые ранние культуры возделывались в семипольном зернопаропропашном севообороте: 1. Пар чистый; 2. Озимая пшеница; 3. Нут; 4. Яровая пшеница; 5. Сборное поле (лен, просо); 6. Ячмень; 7. Подсолнечник. Под предпосевную культивацию ежегодно вносили 100 кг/га аммиачной селитры. Посев яровых колосовых культур проводился в первой декаде мая зерновой сеялкой СЗ-3,6 нормой 3,5 млн шт. всхожих семян на 1 га.

Плотность сложения почвы определялась буром Качинского со вставными цилиндрами емкостью 100 см³ (ГОСТ 12536-79). Влажность почвы определялась термовесовым методом (ГОСТ 28268-89). Для определения водопроницаемости на поверхность почвы в естественных условиях по вариантам основной обработки устанавливали и углубляли цилиндр, затем его заливали водой и проводили учет количества воды, впитавшейся в почву за определенный промежуток времени [5, 14].

Результаты исследований. Основная обработка почвы определяет строение пахотного слоя, т.е. влияет на плотность, пористость аэрации, капиллярную пористость, водопроницаемость и фильтрацию влаги [1]. Плотность сложения почвы в условиях недостаточного увлажнения играет значительную роль в развитии корневой системы растений. Проникновение корней в сухую и плотную почву затрудняется и связано с большими энергетическими затратами, что приводит к снижению урожайности яровых зерновых культур.

Многолетними исследованиями установлено, что плотность зависит не только от глубины и способа обработки почвы, но и на 8–24 % от влажности почвы [4, 6, 9]. В среднем за 2017–2019 гг. перед посевом яровых ранних культур плотность сложения темно-каштановой почвы в верхнем 10-сантиметровом слое не зависела от способа основной обработки и была равна 1,00–1,02 г/см³ (табл. 1).

Минимизация основной обработки почвы под яровую пшеницу и ячмень увеличивала плотность почвы в слое 10–20 и 20–30 см до 1,35 г/см³ и 1,39 г/см³, что выше контрольных значений на 23 и 15 %. Увеличение плотности сложения почвы на глубине 10–30 см на данном варианте объясняется тем, что в результате механической обработки дисковым орудием верхнего слоя (10–12 см) образуется большое количество мелкой пылевидной фракции, которая при выпадении осадков попадает в капилярнные поры необрабатываемых горизонтов почвы и способствует увеличению плотности сложения [10, 11, 15].

Отвальная обработка почвы на глубину 23–25 см приводит к уменьшению плотности сложения пахотного горизонта (0–30 см) по сравнению с безотвальной обработкой на 9 %, а с минимальной на 13 %.

Плотность почвы оказала влияние на водопроницаемость. Весной перед посевом яровых ранних культур (первая декада мая) хорошая водопроницаемость в первый час наблюдений отмечалась на безотвальной глубокой обработке – 124,1 мм/ч, комбинированной – 127,3 мм/ч и отвальной – 130,2 мм/ч. На минимальной обработке дисковым орудием наблюдалось снижение водопроницаемости до 80,2 мм/ч, что было ниже по сравнению с контролем на 38,4 %. За второй час наблюдений зафиксировано снижение водопроницаемости на контроле до 91,1 мм/ч, или на 30,0 %, по безотвальному рыхлению до 81,1 мм/ч – 34,6 %, минимальной обработке до 49,7 мм/ч – 38,0 %, комбинированной до 89,1 мм/ч – 29,5 % (табл. 2).

За четыре часа водопроницаемость уменьшилась по вариантам на 46,2; 59,5; 57,1; 44,2 % соответственно. Максимальные значения данного показателя фиксировались на комбинированной обработке – 71 мм/ч, а минимальные на варианте, с БДМ 7 × 3 – 34,4 мм/ч, что меньше контроля на 50,9 %.

При уплотнении пахотного слоя влага осадков накапливается главным образом в пахотном

Таблица 1

Плотность почвы перед посевом яровых культур в среднем за 2017–2019 гг., г/см³

Слой почвы, см	Основная обработка почвы			
	отвальная (контроль)	безотвальная	минимальная	комбинированная
0–10	1,02	1,00	1,01	1,01
10–20	1,10	1,31	1,35	1,08
20–30	1,21	1,32	1,39	1,21
0–30	1,11	1,21	1,25	1,10

слое, а потери ее на испарение при этом возрастают. Вода в почве оказывает непосредственное влияние на получение всходов и продуктивность выращиваемых сельскохозяйственных культур.

В весенний период в 50-сантиметровом слое отмечено максимальное накопление влаги по комбинированной и отвальной обработках 18,0 – 18,2 %, а минимальное по дискованию БДМ 7 × 3 – 17,2 % (табл. 3).

Во втором полуметровом слое почвы наибольшее накопление влаги отмечено на безотвальном глубоком рыхлении (SSD – 4) – 13,9 %, что превышало контроль на 1,5 %, наименьшая на минимальной обработке – 12,2 %, что меньше безотвальной обработки на 1,7%. В метровом горизонте влажность почвы изменялась от 14,7 % на минимальной обработке дискатором до 15,7 % на безотвальном рыхлении.

В фазу кущения пшеницы и ячменя максимальное увлажнение верхнего слоя почвы отмечалось на контроле и комбинированной обработке 15,7–15,8 %. Во втором полуметре и в горизонте 0–100 см наибольшие запасы влаги складывались на варианте с безотвальным рыхлением SSD – 4 на глубину 30–32 см 13,9 % и 14,7 %. Наименьшая влажность почвы наблюдалась на варианте, обработанном БДМ 7 × 3 на глубину 10–12 см, 12,3 % и 13,6 %.

Приемы минимизации основной обработки должны оцениваться по их влиянию на продукционный процесс, т.е. формирования хозяйственного урожая.

Учет урожайности зерна во влажном (ГТК = 1,2) 2017 г. показал, что максимальная продуктивность яровых ранних культур отмечалась на отвальной и комбинированной обработках, различия по вариантам находились в пределах ошибки опыта (табл. 4). На минимальной обработке продуктивность ячменя снижалась на 20 %, а по яровой пшенице – на 29 % (табл. 5).

В засушливом (ГТК = 0,63) 2018 г. на контроле урожайность зерна яровой пшеницы и ячменя была равна 0,54 и 0,59 т/га. Размещение яровых культур по глубокой безотвальной обработке достоверно ($НСР_{05}$ = 0,04 и $НСР_{05}$ = 0,02) увеличивало продуктивность яровой пшеницы до 0,58 т/га ячменя до 0,63 т/га, или на 7 %. На варианте с дискованием урожайность снижалась на 9 %.

Таблица 2

Водопроницаемость почвы по вариантам опыта в среднем за 2017–2019 гг.

Вариант опыта	Водопроницаемость, мм/ч			
	1 ч	2 ч	3 ч	4 ч
Отвальная (контроль)	130,2	91,1	74,3	70,1
Безотвальная	124,1	81,1	59,8	50,3
Минимальная	80,2	49,7	40,4	34,4
Комбинированная	127,3	89,7	75,4	71,0

Таблица 3

Влажность почвы по вариантам опыта в среднем за 2017–2019 гг., % от массы абсолютно сухой почвы

Вариант опыта	Слой почвы, см			Отклонение от контроля
	0–50	50–100	0–100	
Перед посевом яровых колосовых культур (первая декада мая)				
Отвальная (контроль)	18,0	12,4	15,2	-
Безотвальная	17,5	13,9	15,7	+0,5
Минимальная	17,2	12,2	14,7	-0,5
Комбинированная	18,2	12,6	15,4	+0,2
В фазу кущения (первая декада июня)				
Отвальная (контроль)	15,8	12,6	14,2	-
Безотвальная	15,5	13,9	14,7	+0,5
Минимальная	14,9	12,3	13,6	-0,6
Комбинированная	15,7	13,1	14,4	+0,2

Таблица 4

Влияние способа основной обработки почвы на урожайность зерна яровой пшеницы

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Отклонение от контроля	
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя	т/га	%
Отвальная (контроль)	2,29	0,54	0,69	1,17	-	-
Безотвальная	2,05	0,58	0,54	1,06	-0,11	9,4
Минимальная	1,62	0,49	0,41	0,84	-0,33	28,2
Комбинированная	2,28	0,55	0,70	1,18	+0,01	0,8
$НСР_{05}$	0,14	0,04	0,11	-	-	-
$F_ф$	36,9	5,43	18,6	-	-	-
V	15,2	6,9	23,5	-	-	-

Таблица 5

Влияние способа основной обработки почвы на урожайность зерна ячменя

Вариант опыта	Урожайность, т/га				Отклонение от контроля	
	2017 г.	2018 г.	2019 г.	средняя	т/га	%
Отвальная (контроль)	2,87	0,59	0,53	1,33	-	-
Безотвальная	2,67	0,63	0,35	1,22	-0,11	8,3
Минимальная	2,28	0,54	0,24	1,02	-0,31	23,3
Комбинированная	2,97	0,58	0,56	1,37	+0,04	3,0
$НСР_{05}$	0,16	0,02	0,06	-	-	-
$F_ф$	16,7	23,5	7,4	-	-	-
V	11,3	6,3	40,9	-	-	-

В острозасушливых условиях (ГТК – 0,21) 2019 г. на контроле урожайность зерна яровой пшеницы и ячменя составила 0,69 и 0,53 т/га. Безотвальная обработка почвы SSD – 4 уменьшала урожайность яровой пшеницы на 22 %, ячменя на 34 % по сравнению с контролем. Отмечено значительное снижение продуктивности по минимальной обработке соответственно по культурам на 40 и 55 %.

В среднем за три года наибольшая продуктивность была на отвальной и комбинированной обработках по яровой пшенице 1,17– 1,18 т/га, ячменю 1,33 – 1,37 т/га.

Наименьшая урожайность фиксировалась на третьем варианте (БДМ 7 × 3 на 10–12 см) по яровой пшенице – 0,84 т/га, ячменю – 1,02 т/га, что ниже контроля на 28,2 и 23,3 %. Это объясняется уменьшением водопроницаемости, влажности и увеличением плотности почвы при минимизации основной обработки.

Урожайность яровых ранних культур на безотвальном глубоком (30–32 см) рыхлении была равна 1,06 и 1,22 т/га, что ниже отвальной обработки на – 9,4 и 8,3 %.

Коэффициент вариации урожайности яровой пшеницы и ячменя по способам основной обработки в 2017 г. был средний и составил 11,3 – 15,2 %, в 2018 г. незначительный – 6,3–6,9 %, 2019 г. значительный – 23,5–40,9 %. Из чего следует, что в острозасушливом 2019 г., продуктивность яровой пшеницы (V = 23,5 %) по сравнению с ячменем (V = 40,9 %) в меньшей степени зависела от интенсивности и глубины основной обработки почвы.

Заключение. В зернопаропропашном севообороте перед посевом яровой пшеницы и ярового ячменя наибольшая плотность почвы пахотного слоя отмечалась на минимальной обработке – 1,25 г/см³. Отвальная обработка уменьшала плотность сложения по сравнению с безотвальной обработкой на 9 %, а с минимальной на 13 %.

Водопроницаемость темно-каштановой почвы на варианте с минимальной обработкой снижалась на 38 % за первый час наблюдения и на 51 % после четвертого часа по сравнению со вспашкой.

Перед посевом яровых ранних культур максимальное накопление влаги в почве в слое 50–100 и 0–100 см фиксировалось по глубокому безотвальному рыхлению 13,9 и 15,7 %, что было больше контрольных значений на 1,5 и 0,5 %. В фазу кущения яровой пшеницы и ячменя максимальное увлажнение верхнего слоя почвы отмечалось на контроле и комбинированной обработке (15,7–15,8 %).

Наибольшая продуктивность яровой пшеницы и ячменя отмечена на комбинированной обработке – 1,18 и 1,37 т/га, наименьшая на минимальной обработке дисковым орудием – 0,84 и 1,02 т/га.

Лучшая отзывчивость на минимальную обработку отмечалась на ячмене, снижение урожайности составило 23,3 %, а на яровой пшенице 28,2 %.

В острозасушливые годы урожайность исследуемых культур по отвальной и комбинированной обработках увеличивалась по сравнению с минимальной и безотвальной обработками.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Агрофизические процессы формирования запасов продуктивной влаги в почве /Е.П. Денисов [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2014. – № 8. – С. 10–15.

2. *Бородычёв В.В., Пимонов К.В., Михайличенко Е.Н.* Агрохимическая оценка применения минеральных удобрений и биопрепаратов при возделывании нута в Ростовской области // Плодородие. – 2018. – № 1 (100). – С. 34–37.

3. Влияние минеральных удобрений и биопрепаратов на урожайность нута на черноземе южном/ Е.Н. Михайличенко [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2018. – № 4. – С. 16–21.

4. Динамика плотностипочвы чернозема юж-

ного при минимализации основной обработки / А.П.Солодовников [и др.] // Земледелие. – 2015. – № 1. – С. 5–7.

5. *Доспехов Б.А.* Методика полевого опыта. –М: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

6. Зависимость плотности почвы как основного показателя плодородия от других агрофизических факторов / К.Е. Денисов [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2016. – № 9 – С. 27–30.

7. Основные проблемы современного земледелия при освоении ресурсосберегающих технологий: учеб. пособие / С.Н. Бурахта [и др.]; ФГОУ ВПО «Саратовский ГАУ». – Саратов, 2010. – 100 с.

8. Перспективные приемы обработки почвы в сухостепной зоне Поволжья /Ф.П. Четвериков [и др.]; ФГБОУ ВО Саратовский ГАУ. – Саратов, 2017 . – 200 с.

9. *Пимонов К.И., Козлов А.В.* Вайда красильная и нут – предшественники озимой пшеницы на черноземе обыкновенном // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 26.

10. Прямой посев полевых культур в Ставропольском крае / Г.Р. Дорожко [и др.] // Земледелие. – 2013. – № 8. – С. 20–23.

11. *Солодовников А.П., Абросимов А.С.* Влияние различных приемов основной обработки черноземов южных на продуктивность чечевицы в условиях Правобережья // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2013. – № 4. – С. 39–44.

12. *Солодовников А.П., Денисов Е.П., Тарбаев Ю.А.* Отзывчивость ярового ячменя на технологии сберегающего земледелия в условиях Саратовского Правобережья // Известия Оренбургского государственного аграрного университета.– 2015. – № 2 (52) – С. 50–51.

13. Сохранение плодородия почвы и повышение продуктивности ячменя после фитомелиорации / А.П. Солодовников [и др.] // Аграрный научный журнал. – 2017. – № 2. – С. 29–34.

14. *Шеин Е.П., Гончаров В.М.* Агрофизика. – Ростов н/Д: Феникс, 2006. – 397 с.

15. Энергосберегающие технологии обработки почвы при возделывании ярового ячменя на южных черноземах Правобережья /К.Е. Денисов [и др.] // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова. – 2012. – № 4. – С. 9–12.

16. *Solodovnikov A.P. et al.* (2018). Minimizing tillage to preserve the agro-chemical and water-physical properties of southern black soil after vegetative reclamation // International Journal of Mechanical Engineering and Technology (IJMET), Vol. 9, I. 12, December: 1166–1172.

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

Шагиев Батыр Зайнуллинович, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Линьков Александр Сергеевич, *канд. с.-х. наук, доцент кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

Полетаев Илья Сергеевич, *канд. с.-х. наук, старший преподаватель кафедры «Земледелие, мелиорация и агрохимия», Саратовский государственный аграрный университет имени Н.И. Вавилова. Россия.*

410012, г. Саратов, Театральная пл., 1.

Тел.: 89873882842.

Ключевые слова: *яровая пшеница; ячмень; отвальная, безотвальная, минимальная, комбинированная обработки почвы; плотность; водопроницаемость; влажность почвы.*

PRODUCTIVITY OF SPRING GRAIN CROPS DEPENDING ON THE METHOD OF BASIC TREATMENT OF THE SOIL IN THE GRAIN-CULTIVATED CROP ROTATION

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

Shagiev Batyr Zainutdinovich, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Lynkov Aleksandr Sergeevich, *Candidate of Agricultural Sciences, Associate Professor of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Poletaev Ilya Sergeevich, *Candidate of Agricultural Sciences, Senior Teacher of the chair "Agriculture, Melioration and Agrochemistry", Saratov State Agrarian University named after N.I. Vavilov. Russia.*

Keywords: *spring wheat; barley; dumped, subsurface, minimal, combined tillage; density; water permeability; soil moisture content.*

Three-year scientific observations showed that in the arid conditions of the Saratov Trans-Volga region on dark chestnut soils in a grain-cultivated crop rotation before sowing spring wheat and barley, the highest soil density was after the minimum cultivation - 1.25 g/cm3. Plowing to a depth of 23–25 cm contributed to a decrease in the density of addition in the arable layer compared to subsurface cultivation by 9%, and compared to the minimal one – by 13%. Minimal treatment with a disc harrow BDM 7 Ch 3 to a depth of 10–12 cm reduced the permeability of dark chestnut soil by 38% in the first hour of observation and by 51% after the fourth hour compared to plowing. Before sowing spring early-ripening crops, the maximum moisture accumulation in the soil in a layer of 50–100 and 0–100 cm was after deep non-dump cultivation (13.9 and 15.7%), which was 1.5 and 0.5% more than the control values. During the tillering phase of spring wheat and barley, the maximum moisture content of the upper soil layer was noted in the control and after combined treat-ment (15.7–15.8%). The combined main processing of dark chestnut soils of the Saratov Trans-Volga region provided an increase in the yield of spring early crops by 0.8–3.0%. Minimization of soil cultivation reduced the productivity of barley and spring wheat by 23.3–28.2%, subsurface cultivation by 8.3–9.4% compared with the control. The coeffi-cient of variation in the yield of spring wheat and barley by the main processing methods in 2017 was average and amounted to 11.3–15.2%, in 2018 it was insignificant - 6.3–6.9%, and in 2019 it was significant - 23, 5–40.9%.