

Влияние способа основной обработки почвы и уровня минеральных удобрений на водный режим почв и урожайность озимой пшеницы в условиях эрозионно опасного склона

*М.И. Рычкова, к.с.-х.н., И.Н. Ильинская, д.с.-х.н.,
ФГБНУ ФРАНЦ*

Разрушение и истощение почвенного покрова может быть вызвано различными факторами, в том числе водной эрозией и дефляцией почв. Известно, что ежегодно в результате эрозии теряется около 1,5 млрд т плодородного слоя сельскохозяйственных угодий России. При этом изменяются его физические, химические свойства, ухудшается водный режим. На сельскохозяйственных землях от недобора урожая под действием подтопления и переувлажнения в среднем теряется до 30% урожая озимых культур [1]. Проблема охраны почв от водной эрозии становится всё более актуальной. В связи с этим в эрозионно опасных районах земледелие должно быть почвозащитным (противоэрозионным) [2, 3].

В аридных районах в условиях проявления водной эрозии почв способ основной обработки, в значительной мере определяющий создание оптимальных условий для возделывания сельскохозяйственных культур, интенсивность накопления и сбережения влаги, а также направленность эрозионных процессов в почве имеют особое значение [4].

Цель исследования — усовершенствование элементов агротехнологии возделывания озимой пшеницы — способа основной обработки почвы и уровня минерального питания в условиях эрозионно опасных склонов чернозёмов обыкновенных на основе полевых опытов.

Материал и методы исследования. Полевые исследования по разработке основных элементов технологии возделывания озимой пшеницы были проведены на опытном поле ФГБНУ ФРАНЦ в 2015–2018 гг. Опыт заложен на склоне юго-

восточной экспозиции балки Большой Лог в Аксайском районе Ростовской области и размещён в системе контурно-полосной организации территории.

Почвенный покров опытного участка представлен чернозёмом обыкновенным, среднеэродированным и по гранулометрическому составу относится к тяжелосуглинистым на лёссовидном суглинке. Среднегодовой сток на незарегулированном склоне составляет 20 мм, среднегодовой смыв почвы — 18,5 т/га. Содержание гумуса низкое и составляет в пахотном слое почвы 3,8%. Содержание общего азота в слое 0–30 см 0,14–0,16%. Подвижными формами фосфора почвы среднеобеспеченные — в пахотном слое их содержится 15,7–18,2 мг/кг; содержание обменного калия высокое — 282–337 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора ближе к нейтральной (рН 6,5–7,0) [5, 6].

Мощность горизонта А составляет 25–30 см, А+Б — от 40 до 90 см, в зависимости от степени смывости. Почвы имеют высокую водоудерживающую способность — наименьшая влагоёмкость активного слоя почвы составляет 33–35% от веса сухой почвы, влажность завядания — 15,4%.

Климат зоны проведения исследований — засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Среднегодовая температура воздуха составляет 8,8°C, средняя температура в январе равна -6,6°C, в июле +23°C, минимальная температура зимой опускается до -41°C, максимальная летом повышается до +40°C. Безморозный период длится 175–180 дней. Сумма активных температур составляет 3210–3400°C. Среднее многолетнее количество осадков составляет 492 мм. За весенне-летний период выпадает 260–300 мм. Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября —

ноябре, и максимальный её запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля) [7, 8].

На опытном участке применялась агротехника, рекомендованная зональными системами земледелия [9]. Предшественником озимой пшеницы являлась кукуруза на зерно. Высевали районированный сорт озимой пшеницы Донэко.

Для разработки основных элементов агротехнологии возделывания озимой пшеницы закладывались следующие полевые опыты.

1. Способ основной обработки почвы включал два варианта:

– зональная обработка: отвальная вспашка осуществлялась плугом ПН-4-35 под кукурузу на глубину 23–25 см;

– почвозащитная (чизельная обработка): чизельным плугом ПЧ-2,5 как основная обработка под пропашные на глубину 23–25 см. Дискование под посев озимых после непаровых предшественников проводили на глубину 7–8 см дискатором любой модификации или тяжёлыми дисками.

2. Система удобрения включала: 0 – нулевой уровень применения удобрений (естественное плодородие); 1 – первый уровень применения удобрений – $N_{46}P_{24}K_{30}$ (100 кг д.в. на 1 га севооборотной площади); 2 – второй уровень применения удобрений – $N_{84}P_{30}K_{48}$ (162 кг д.в. на 1 га севооборотной площади) [5].

При проведении исследования использовали общепринятые методики А.Н. Костякова и Б.А. Доспехова [10, 11].

Результаты исследования. Вегетационный период 2015–2016 гг. характеризовался как влажный (ГТК = 1,6). Суммарное количество осадков составляло 326,9 мм, что на 26,2% больше среднееголетних показателей. Основное поступление влаги из атмосферы наблюдалось в период посев – кушение в ноябре – 59,2 мм и в период возобновления весенней вегетации (ВВВ) – уборка – в апреле – 52,3 мм, в мае – 115 мм. Сумма среднесуточных температур воздуха за период вегетации составляла 2005,5°C, что соответствовало 69,3% нормы.

Вегетационный период 2016–2017 гг. был влажным (ГТК = 1,4). Суммарное количество осадков составляло 292,8 мм, что на 33,8 мм больше среднееголетних. Наибольшее их количество выпало в апреле – 74,8 мм и в июне – 42,6 мм. Сумма среднесуточных температур воздуха составляла 2136,8°C, или 73,8% нормы.

Вегетационный период 2017–2018 гг. был засушливым (ГТК = 0,71). Суммарное количество осадков за этот период выпало 163,4 мм, или на 63% меньше нормы. Наибольшее их количество – 44,7–47,2 мм пришлось на осенние месяцы – октябрь – ноябрь и было на 13,8 и 21% больше нормы. За период ВВВ – полная спелость выпало всего 79,6 мм осадков, что на 157,4 мм меньше среднееголетних данных. Существенный дефицит осадков отмечался в апреле, где их количество составляло всего 7 мм по сравнению со среднееголетней величиной 35 мм. Сумма среднесуточных температур воздуха за период активной вегетации была равна 2295,2°C, что соответствовало 79,3% нормы.

В ходе исследования не было выявлено значительных различий по запасам продуктивной влаги при посеве озимой пшеницы в пахотном и в метровом слоях почвы между обработками. В слое 0–30 см содержание запасов продуктивной влаги составляло 28,6 мм при отвальной обработке почвы и 29,7 мм – при чизельной. В метровом слое почвы они составляли 53,9 мм при вспашке и 55,9 мм – при чизельной обработке, характеризуюсь как очень низкие (табл. 1).

В период возобновления весенней вегетации запасы продуктивной влаги существенно пополнились за счёт осадков. Наибольшее количество доступной влаги в пахотном слое почвы (53,4 мм) и метровом слое (138,5 мм) отмечалось на варианте, где применялась чизельная обработка почвы, в то время как при отвальной обработке запасы влаги уменьшились на 6,2–10,8% соответственно. Перед уборкой озимой пшеницы количество доступной влаги в метровом слое почвы понизилось по вариантам до 4,9 мм при отвальной обработке почвы и до 7,7 мм – при чизельной, или на 120,1–130,8 мм соответственно.

Изучение основных элементов водного баланса в зависимости от способа основной обработки почвы показало, что при общем количестве осадков за холодный период – 181,0 мм приращённый запас продуктивной влаги на опытных делянках, обработанных плугом, составил 71,1 мм (табл. 2).

Чизельная обработка позволила дополнительно накопить по отношению к отвальной вспашке 12,1 мм влаги, что больше чем на контрольном варианте на 17%.

Меньше всего усвоилось осадков холодного периода на делянках с отвальной вспашкой –

1. Запасы продуктивной влаги на посевах озимой пшеницы сорта Донэко в зависимости от способа основной обработки почвы в среднем за 2015–2018 гг., мм

Способ обработки почвы	Посев		Возобновление весенней вегетации		Уборка	
	слой почвы, см					
	0–30	0–100	0–30	0–100	0–30	0–100
Чизельная	29,7	55,3	53,4	138,5	0	7,7
Отвальная (к)	28,6	53,9	50,3	125,0	0	4,9

коэффициент усвоения был на 6,7% меньше, чем при чизелевании.

При одинаковом количестве осадков за вегетационный период озимой пшеницы сорта Донэко – 261,1 мм общий расход влаги при чизельной основной обработке почвы был в среднем на 0,5% меньше, чем на контрольном варианте при отвальной вспашке (табл. 3).

Наиболее экономно расходовала влагу озимая пшеница при чизельной основной обработке почвы, где коэффициент водопотребления был меньше показателя при отвальной обработке почвы на 35,2–66,5 м³/т. При повышении нормы минеральных удобрений наблюдалось повышение урожайности озимой пшеницы и снижение значений коэффициентов водопотребления по всем вариантам способов основной обработки почвы до 595,6 и 662,1 м³/т соответственно.

Способ основной обработки почвы оказал меньшее влияние на урожайность озимой пшеницы сорта Донэко (НСР₀₅=0,24 т/га), где прибавки урожая озимой пшеницы были в пределах наименьшей существенной разности, в то время как влияние уровня минерального питания было довольно существенным (НСР₀₅=0,31 т/га) (табл. 4).

На обоих вариантах опыта без внесения минеральных удобрений урожайность озимой пшеницы была наименьшей и варьировала в пределах 3,5–3,7 т/га. Применение первого уровня минеральных удобрений нормой N₄₆P₂₄K₃₀ положительно сказалось на урожайности озимой пшеницы, когда при отвальном способе обработке почвы она увеличилась до 4,3 т/га, или на 16,2% в сравнении с контролем. На варианте с чизелеванием внесение N₄₆P₂₄K₃₀ позволило повысить урожай на 1,0 т/га, или на 28,6%, и этот показатель оказался выше на 12,4% в сравнении с контролем. Наибольший урожай озимой пшеницы – 5,2 т/га был получен при чизельном способе обработке почвы и внесении минеральных удобрений второго уровня нормой N₈₄P₃₀K₄₈: на 1,7 т/га, или 48,6% больше, чем на варианте без внесения удобрений и на 21,6% – по сравнению с вариантом отвальной обработки почвы.

Окупаемость 1 кг внесённых удобрений прибавкой урожая при внесении N₄₆P₂₄K₃₀ на варианте опыта с отвальной обработкой почвы составляла 6,0 кг/кг (табл. 5).

Применение той же нормы удобрений при чизельном способе обработке почвы обеспечивало

2. Элементы водного баланса посевов озимой пшеницы сорта Донэко в зависимости от способа основной обработки почвы в слое 0–100 см за холодный период, в среднем за 2015–2018 гг.

Способ обработки почвы	Запас влаги, мм		Сумма осадков холодного периода, мм	Приращённый запас продуктивной влаги, мм	Коэффициент усвоения осадков холодного периода, %
	осенний	весенний			
Чизельная	55,3	138,5	181,0	83,2	46,0
Отвальная (к)	53,9	125,0	181,0	71,1	39,3

3. Баланс продуктивной влаги и коэффициенты водопотребления озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы и уровня минерального питания, в среднем за 2015–2018 гг.

Способ обработки почвы	Запас продуктивной влаги, мм		Осадки за вегетационный период, мм	Общий расход влаги, мм	Выход продукции, т/га	Коэффициент водопотребления, м ³ /т
	посев	уборка				
1-й уровень минерального питания						
Чизельная	55,3	7,7	261,1	308,7	4,5	686,0
Отвальная (к)	53,9	4,9	261,1	310,1	4,3	721,2
2-й уровень минерального питания						
Чизельная	56,0	7,4	261,1	309,7	5,2	595,6
Отвальная (к)	54,7	4,6	261,1	311,2	4,7	662,1

4. Урожайность озимой пшеницы в зависимости от способа основной обработки почвы и уровня минерального питания, т/га, в среднем за 2016–2018 гг.

Способ обработки почвы	Урожайность, т/га			Прибавка урожая от удобрений, т/га			
	уровень минерального питания						
	0	1	2	т/га	%	т/га	%
Чизельная	3,5	4,5	5,2	1,0	28,6	1,7	48,6
Отвальная (к)	3,7	4,3	4,7	0,6	16,2	1,0	27,0
НСР ₀₅ , АВ=0,44 т/га; в зависимости от способа основной обработки почвы 0,24 т/га; уровня минерального питания – 0,31 т/га							

5. Эффективность использования удобрений озимой пшеницы при разных способах основной обработки почвы, в среднем за 2016–2018 гг.

Фон удобрений	Способ основной обработки	Сумма NPK	Прибавка урожайности, т/га	Окупаемость 1 кг удобрений прибавкой урожая, кг
N ₄₆ P ₂₄ K ₃₀ (1-й уровень)	Чизельная	100	1,0	10,0
	Отвальная		0,6	6,0
N ₈₄ P ₃₀ K ₄₈ (2-й уровень)	Чизельная	162	1,7	10,5
	Отвальная		1,0	6,2

окупаемость 10,0 кг/кг. Внесение минеральных удобрений нормой N₈₄P₃₀K₄₈ позволило повысить окупаемость минеральных удобрений до 6,2 кг/кг при отвальном способе обработки почвы. Наибольшая отдача от применения удобрений наблюдалась при чизельной основной обработке почвы на втором уровне минерального питания N₈₄P₃₀K₄₈. Внесение минеральных удобрений нормой N₈₄P₃₀K₄₈ дало дополнительно 1,7 т/га зерна и повысило окупаемость минеральных удобрений до 10,5 кг/кг, что на 4,3 кг/кг больше, чем при отвальном способе основной обработки почвы.

Выводы. В результате проведённого исследования установлено, что возделывать озимую пшеницу на эрозионно опасном склоне чернозёмов обыкновенных целесообразно при чизельном способе основной обработки почвы и внесении минеральных удобрений нормой N₈₄P₃₀K₄₈. При этом создаются наиболее благоприятные условия для накопления запасов продуктивной влаги в почве и усвоения осадков холодного периода. Получение наибольшей урожайности озимой пшеницы – 5,2 т/га обеспечивает норма минеральных удобрений N₈₄P₃₀K₄₈, что способствует снижению расхода влаги на формирование 1 т зерна и более высокой окупаемости урожая удобрениями 10,5 кг/кг, что на 4,3 кг/кг больше, чем при отвальном способе основной обработки почвы.

Литература

1. Адаптированная земельно-охранная система для защиты агроландшафтов и водных объектов от деградации: монография / Е.В. Кузнецов, А.Е. Хаджиди, А.Д. Гумбаров [и др.]. Краснодар: ЭДВИ, 2014.
2. Бирюкова Н.А. Основы экологии: учеб. пособие. М.: Гуманитарный издательский центр ВЛАДОС, 2004. 238 с.
3. Полуэктов Е.В. Эрозия и дефляция агроландшафтов Северного Кавказа: монография. Новочеркасск: НГМА, 2003. 298 с.
4. Ильинская И.Н. Накопление влаги в почве при возделывании озимой пшеницы на склонах чернозёмов обыкновенных Ростовской области // Российская сельскохозяйственная наука. 2017. № 2. С. 34–38.
5. Ильинская И.Н. Рациональное использование влаги в севооборотах на склонах чернозёмов обыкновенных // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2017. № 5 (67). С. 11–14.
6. Рычкова М.И. Влияние способа основной обработки почвы и удобрений на урожайность сои сорта Казачка в условиях эрозионно опасного склона // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 8. С. 66–68.
7. Рычкова М.И., Ильинская И.Н. Оптимизация основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя на эрозионно опасных склонах Ростовской области // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2018. № 3 (71). С. 74–77.
8. Рычкова М.И., Нежинская Е.Н. Влияние способа основной обработки почвы и предшественника на влагонакопление и урожайность озимой пшеницы на эрозионно опасном склоне в условиях Ростовской области // Международный журнал гуманитарных и естественных наук. 2018. № 7. С. 123–127.
9. Зинченко В.Е. Зональная система земледелия Ростовской области на период 2013–2020 гг. Ч. 2. Ростов-на-Дону, 2012. 537 с.
10. Костяков А.Н. Основы мелиорации. М.: Сельхозгиз, 1957. 750 с.
11. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.