

Оптимизация основной обработки почвы при возделывании ярового ячменя на эрозионно опасных склонах Ростовской области

*М.И. Рычкова, К.С.-Х.Н., И.Н. Ильинская, Д.С.-Х.Н.,
ФГБНУ ФРАНЦ*

Из-за водной и ветровой эрозии почв недобор зерна по стране оценивается в 15,8 млн т в год, а общий ущерб составляет ежегодно более 9,7 млрд долларов [1]. Меры борьбы с этим бедствием и его причинами разрабатываются во многих научных учреждениях. В системе земледелия применительно к местным условиям дифференцированно и комплексно решаются такие вопросы, как разработка почвозащитных элементов технологий возделывания полевых культур. Одним из ключевых элементов технологии возделывания полевых культур является способ основной обработки почвы, направленный на получение наибольшей урожайности сельскохозяйственных культур, снижение и предотвращение эрозионных процессов, сокращение затрат и т.д. [2].

Решение его может осуществляться за счёт совершенствования технологических процессов путём применения различных способов обработки почвы и воздействия последних на агрофизические свойства почвы с целью их оптимизации в плане снижения величины эрозии. Поэтому разработка важного элемента технологии возделывания ячменя ярового – способа основной обработки почвы, обеспечивающего высокую продуктивность, влагосбережение и защиту почв от эрозии, является актуальной. Ячмень яровой как важная зерновая культура является и фитомелиорантом, так как его мочковатые корни, проникающие на глубину до 1,5 м, улучшают структуру и плотность почвы и в целом её плодородие.

Цель исследования – выявление наиболее эффективного способа основной обработки почвы под яровой ячмень в условиях эрозионно опасных склонов чернозёмов обыкновенных Ростовской области.

Материал и методы исследования. Исследование проводили на опытном поле ФГБНУ «ДЗНИИСХ» в 2015–2017 гг. Опытный участок расположен на

склоне юго-восточной экспозиции балки Большой Лог Аксайского района Ростовской области крутизной до 3,5–4,0°. Климат зоны проведения исследований – засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Среднее многолетнее количество осадков составляет 492 мм, среднегодовая температура воздуха – 8,8°C [3].

Почва опытного участка – чернозём обыкновенный, тяжелосуглинистый на лёссовидном суглинке, среднеэродирован. Среднегодовой сток составляет 20 мм, среднегодовой смыв почвы – 18,5 т/га. По нашим данным, содержание гумуса в $A_{\text{пах}}$ равно 3,8–3,83%; пористость пахотного горизонта – 61,5%, подпахотного – 54%; наименьшая влагоёмкость активного слоя почвы – 33–35%, влажность завядания – 15,4%. Содержание общего азота в слое 0–30 см составляет 0,14–0,16%, подвижных фосфатов – 15,7–18,2 мг/кг, обменного калия – 282–337 мг/кг почвы. Реакция почвенного раствора слабощелочная (рН 7,1–7,3); мощность $A_{\text{пах}}$ – 25–30 см, А+Б – от 40 до 90 см, в зависимости от степени смывости.

Схема полевого опыта, проводимого на фоне минеральных удобрений $N_{30}P_{30}K_{30}$ кг/га д.в., включала следующие способы основной обработки почвы под ячмень яровой:

1. Отвальная – отвальная вспашка проводилась плугом ПН-4-35 на глубину 20–22 см (контроль).
2. Чизельная – осуществлялась чизельным плугом ПЧ-2,5 на глубину 20–22 см.

В опытах на протяжении трёх лет при проведении различных способов обработки почвы определяли агрофизические свойства почвы, влагозапасы в почве, эрозионные показатели и биологическую урожайность ярового ячменя.

При проведении исследования использовали общепринятые методики Б.А. Доспехова, А.Ф. Вадюниной, Е.В. Полуэктова и др. [4–7].

Результаты исследования. Согласно классификации Г.Т. Селянинова вегетационный период ярового ячменя за годы исследования характери-

зовался следующим образом: 2015 г. – влажный, гидротермический коэффициент составил 1,52; 2016 и 2017 гг. – слабозасушливые, 1,11 и 1,07 соответственно [3].

В результате проведённого исследования установлено, что способ основной обработки почвы оказал влияние на содержание запасов продуктивной влаги в почве (табл. 1).

Как видно по данным таблицы 1, в среднем за период 2015–2017 гг. перед посевом ярового ячменя запасы продуктивной влаги в слоях почвы 0–10, 0–30, 0–50 и 0–100 см различались на 2,0–6,0%, с незначительным преимуществом чизельной обработки в сравнении с контрольным вариантом. В слое 0–100 см они находились в пределах 131–136 мм и по шкале Вадюниной оценивались как хорошие [4].

К моменту уборки ярового ячменя как в пахотном, так и в метровом слое почвы явное преимущество было на варианте с чизельной основной обработкой. На этом варианте отмечался наибольший запас продуктивной влаги в почве, что на 63,8–96,0% мм было выше, чем на контрольном варианте с отвальной вспашкой, причём

в метровом слое влияние чизельной обработки выражалось сильнее.

В нашем исследовании было установлено, что чернозём обыкновенный за годы проводимого исследования имел хорошее агрегатное состояние – доля агрономически ценных агрегатов размером 10–0,25 мм в слое 0–30 см в обоих вариантах составляла в среднем около 70–80%. В то же время при чизельной основной обработке содержание агрономически ценных агрегатов к уборке возросло на 11,2%, а коэффициент структурности почвы – на 7,4–5,1% по сравнению с вариантом, где проводилась отвальная обработка (табл. 2).

В среднем за годы исследования при отвальной обработке слой почвы 0–30 см при посеве содержал макроагрегатов 73%, при чизельной – 74%, коэффициент структурности составлял 2,72 и 2,92 соответственно. Тогда как при уборке ярового ячменя на варианте с чизельной обработкой почвы наблюдалось повышение агрономически ценных частиц до 77,34% против того же показателя на контроле, равного 69,58%. На варианте, где проводилось чизелевание, содержалось максимальное количество агрономически ценных структурных

1. Запасы продуктивной влаги на посевах ярового ячменя при различных способах основной обработки почвы, в среднем за 2015–2017 гг., мм

Способ обработки почвы	Слой почвы, см			
	0–10	0–30	0–50	0–100
Посев				
Чизельная	13,2	38,7	78,6	135,8
Отвальная	12,7	39,5	74,1	131,4
Уборка				
Чизельная	2,1	5,0	8,5	17,1
Отвальная	1,1	3,1	5,0	8,7

2. Структурно-агрегатный состав чернозёма обыкновенного среднеэродированного в зависимости от способа основной обработки почвы, %, в среднем за 2015–2017 гг.

Способ обработки	Слой почвы, см	Размер агрегатов, мм			
		>10	10–0,25	<0,25	K _{стр.}
Посев					
Чизельная	0–10	19,51	75,18	5,31	3,03
	10–20	28,08	69,21	2,70	2,25
	20–30	19,64	77,63	2,72	3,47
	0–30	22,41	74,01	3,58	2,92
Отвальная	0–10	22,06	75,27	2,67	3,04
	10–20	25,21	71,93	2,86	2,56
	20–30	25,35	71,91	2,74	2,56
	0–30	24,21	73,04	2,75	2,72
уборка					
Чизельная	0–10	16,17	73,84	10,00	2,82
	10–20	10,95	80,72	8,33	4,19
	20–30	14,35	77,47	8,19	3,44
	0–30	13,82	77,34	8,84	3,48
Отвальная	0–10	20,02	68,67	11,31	2,19
	10–20	25,36	66,95	7,69	2,03
	20–30	19,99	73,11	6,90	2,72
	0–30	21,79	69,58	8,63	2,31

Примечание: K_{стр.} представлен отношением суммы агрономически ценных фракций к сумме остальных фракций почвы, %

3. Количество водопрочных агрегатов в зависимости от способа основной обработки почвы в слое 0–30 см, %, в среднем за 2015–2017 гг.

Способ обработки	Слой почвы, см	Размер агрегатов			
		>7	7–0,5	<0,5	K _{вппр.}
Посев					
Чизельная	0–10	2,30	80,12	17,58	4,03
	10–20	3,90	77,33	18,77	3,41
	20–30	1,71	78,93	19,36	3,75
	0–30	2,64	78,80	18,57	3,73
Отвальная	0–10	0,8	76,15	23,05	3,19
	10–20	1,13	79,73	19,15	3,93
	20–30	1,05	73,61	25,33	2,79
	0–30	0,99	76,50	22,51	3,30
Уборка					
Чизельная	0–10	8,99	68,05	22,96	2,13
	10–20	3,81	73,15	23,05	2,72
	20–30	1,61	75,21	23,19	3,03
	0–30	4,80	72,14	23,06	2,63
Отвальная	0–10	8,94	64,96	26,1	1,85
	10–20	1,90	55,97	42,13	1,27
	20–30	1,13	64,97	33,89	1,85
	0–30	3,99	61,97	34,04	1,66

Примечание: K_{вппр.} представлен отношением суммы агрономически ценных фракций к сумме остальных фракций почвы, %

агрегатов. В пахотном горизонте содержание их составляло при уборке 77,34%. Коэффициент структурности в этом варианте был наибольшим и составил при уборке 3,48, в то время как показатели глыбистой фракции были наименьшими – 13,82%. Особенно сильно влияние чизельной обработки проявилось к уборке ячменя в слое 10–20 см, где доля агрономически ценных фракций была наибольшей – 80,72%, а коэффициент структурности достиг 4,19.

Устойчивость почвенных агрегатов к воздействию воды является одним из параметров водопрочности структуры. Применение чизелевания способствовало сохранению водостойчивых почвенных агрегатов крупнее 7 мм, и этот показатель при посеве составлял около 3% от массы почвенного образца, тогда как почва контрольного варианта распылялась сильнее, и для неё содержание агрегатов >7 мм составило 0,99% (табл. 3).

Количество водопрочных агрегатов размером более 7 мм от посева к уборке ярового ячменя увеличилось от 3,99 при отвальной до 4,80% при чизельной обработке почвы. При этом количество агрегатов размером 7–0,5 мм было значительно выше на варианте с чизелеванием. Так, на контроле этот показатель варьировал от 61,97 до 76,50%, а на варианте с чизельной обработкой он достигал 72,14–78,8%, что указывает на более высокую устойчивость почвы к воздействию водной эрозии при чизельной основной обработке почвы.

В целом коэффициент водопрочности от посева к уборке снизился на 29,5% при чизельной и на 49,7% – при отвальной обработке почвы. Однако если при посеве разница составила 13%, то к уборке она возросла до 58% в пользу чизельной обработки почвы.

Наблюдения за плотностью сложения почвы при посеве ярового ячменя показали, что на обоих вариантах основной обработки почвы в пахотном слое она находилась в пределах оптимальных значений: на варианте с отвальной обработкой плугом ПН-4-35 на глубину 20–22 см – от 0,88 до 1,15 г/см³, на варианте с чизельной обработкой плугом ПЧ-2,5 на ту же глубину – от 1,01 до 1,06 г/см³ (табл. 4).

Наиболее рыхлой почва была в слое 0–10 см при отвальной обработке, где плотность её сложения была минимальной и составляла 0,88 г/см³. Затем с увеличением глубины пахотного слоя плотность почвы постепенно возрастала. Причём наибольшее её значение – 1,15 г/см³ отмечалось в слое

4. Плотность сложения почвы в посевах ярового ячменя в зависимости от способа основной обработки почвы, в слое 0–30 см, г/см³, в среднем за 2015–2017 гг.

Способ обработки	Слой почвы, см		
	0–10	10–20	20–30
Посев			
Чизельная	1,01	1,06	1,06
Отвальная	0,88	0,92	1,15
Уборка			
Чизельная	1,08	1,10	1,14
Отвальная	1,12	1,19	1,21

5. Поверхностный сток и смыв почвы в посевах ярового ячменя, в среднем за 2015–2017 гг.

Способ обработки почвы	Сток, мм	Смыв, т/га
Чизельная	16,5	3,2
Отвальная	18,2	4,5

6. Урожайность ярового ячменя и эффективность использования влаги и элементов питания в зависимости от способов основной обработки почвы, в среднем за 2015–2017 гг.

Способ обработки	Урожайность, ц/га	Сумма внесённых удобрений, кг/га д.в.	Выход зерна на 1 кг д.в. минеральных удобрений, кг	Расход влаги из почвы в слое 0–100 см, мм	Выход зерна на 1 мм затраченной влаги, кг
Чизельная	33,6	90	37,3	118,7	28,3
Отвальная	32,2	90	35,7	122,7	24,0
НСР ₀₅ = 1,98 ц/га					

20–30 см на контрольном варианте с отвальной обработкой почвы против 1,06 г/см³ на варианте с чизелеванием. Такая же тенденция выявлена и при уборке ярового ячменя. На контрольном варианте плотность сложения почвы в слое 20–30 см была наибольшей и составила 1,21 г/см³. На варианте с чизельной обработкой почвы произошло некоторое её разуплотнение – до 1,14 г/см³, что на 0,07 г/см³ было меньше, чем на контрольном варианте.

Характеристику влияния способов основной обработки почвы на эрозионные процессы даёт определение поверхностного стока, обусловленного в основном талыми водами, а также смыва почвы в годы исследования (табл. 5).

Анализ данных таблицы 5 показал, что в среднем за годы исследования наибольший сток – 18,23 мм и смыв – 4,5 т/га наблюдались при отвальном способе обработки почвы, что превышало предельно допустимую норму на 29% [9]. Применение почвозащитной (чизельной) обработки способствовало снижению эрозионных процессов – стока до 16,48 мм, смыва – до 3,2 т/га.

Действие различных способов основной обработки почвы существенно не отразилось на величине урожайности ярового ячменя. Однако при чизельной обработке отмечено повышение эффективности внесённых минеральных удобрений – на 4,5% (табл. 6).

В среднем за годы исследования выход зерна ячменя ярового на 1 кг внесённых минеральных удобрений при чизельной основной обработке почвы составил 37,3 кг против 35,7 кг при отвальной обработке. А эффективность влаги, из-

расходованной на формирование урожая зерна ячменя ярового, возросла на 17,9% в сравнении с теми же показателями при отвальной обработке почвы.

Выводы. При анализе данных урожайности ярового ячменя представляется возможным утверждать, что она зависит от эффективности использования влаги и элементов питания, что в свою очередь определяется агрофизическими свойствами активного слоя почвы и эрозионными показателями, меняющимися в зависимости от способа основной обработки почвы. Как показали результаты исследования, способом основной обработки почвы, обеспечивающим наиболее оптимальные условия для произрастания ярового ячменя и формирующим наибольшую окупаемость затраченных ресурсов на формирование урожайности, является чизельная обработка почвы.

Литература

1. Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения. М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева Россельхозакадемии, 2010. 554 с.
2. Полуэктов, Е.В., Луганцев Е.П. Почвозащитные системы в ландшафтном земледелии. Ростов-на-Дону: СКНЦ ВШ, 2005. 208 с.
3. Агроклиматические ресурсы Ростовской области. Л.: Гидрометеоздат, 1972. 250 с.
4. Доспехов Б.А., Васильев, И.П., Туликов А.М. Практикум по земледелию: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений. М.: Колос, 1987. 384 с.
5. Вадюнина А.Ф., Корчагина З.А. Методы исследования физических свойств почв. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Агропромиздат, 1986. С. 151.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта: с основами статистической обработки результатов исследований. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Колос, 1979. 416 с.
7. Методические рекомендации по учёту поверхностного стока и смыва почвы при изучении водной эрозии. Л.: Гидрометеоздат, 1975. 88 с.