УДК 633.16:631.613

DOI: 10.31774/2222-1816-2018-3-132-147

Э. А. Гаевая

Федеральный Ростовский аграрный научный центр, Рассвет, Российская Федерация

ВЛИЯНИЕ СПОСОБОВ ОБРАБОТКИ ПОЧВЫ НА ВОДНО-ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА И УРОЖАЙНОСТЬ ЯРОВОГО ЯЧМЕНЯ ПРИ ВОЗДЕЛЫВАНИИ НА СКЛОНОВЫХ ЗЕМЛЯХ РОСТОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Целью исследований являлось изучение влияния способов обработки почвы и условий влагообеспеченности сельскохозяйственного года на водно-физические свойства почвы, эрозию, урожайность и окупаемость затрат на удобрения прибавкой урожая. Исследования были проведены в многофакторном стационарном опыте в 1990–2017 гг. на склоне балки Большой Лог в Аксайском районе Ростовской области. Опыт был заложен в 1986 г. в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5–4,0 градусов с комплексом лесозащитных насаждений и гидротехнических сооружений. Урожайность ярового ячменя изучали в севообороте, предшественником служила кукуруза на зерно. Делянки были размещены рендомизированным методом. Применяли три уровня минерального питания растений, изучали две системы основной обработки почвы – чизельную и отвальную. Была предпринята попытка проанализировать значения показателя гидротермического коэффициента и распределить все годы наблюдений на две группы: засушливые и влажные. Полученные данные позволили сделать вывод, что показатели: сумма осадков за год, осадки холодного периода, осадки вегетационного периода ярового ячменя – были больше среднемноголетних значений во влажные годы, а температура ниже. В засушливые годы наблюдается обратная зависимость ($r = 0,99$). Применение контурно-полосной организации территории на склонах крутизной до 3,5–4,0 градусов существенно сокращает эрозионные процессы (до безопасных пределов). Использование чизельной обработки почвы позволяет аккумулировать осадков холодного периода года на 26 % больше, чем в вариантах с отвальной обработкой, сокращает смыв на 11–17 %, повышает урожайность ярового ячменя с 2,50 т/га на естественном уровне питания до 3,72 т/га при внесении повышенных доз удобрений. Наиболее эффективно применение удобрений под яровой ячмень в дозе 100 кг д. в./га севооборотной площади при чизельной обработке, прибавка урожая составила 9,3 кг/кг.

Ключевые слова: яровой ячмень, гидротермический коэффициент, сток, смыв, водопроницаемость, плотность почвы, урожайность, окупаемость удобрений.

E. A. Gaevaya

Federal Rostov Agricultural Research Centre, Rassvet, Russian Federation

THE TILLAGE METHODS INFLUENCE ON WATER-PHYSICAL PROPERTIES AND SPRING BARLEY YIELD AT CULTIVATION ON SLOPE LANDS IN ROSTOV REGION

The purpose of the research was to study the influence of soil tillage methods and the conditions of water availability of an agricultural year on soil water-physical properties, erosion, yield and fertilizer payback by yield increase. The studies were conducted in a multifac-

torial stationary experiment in 1990–2017 on the slope of the Bolshoi Log gully in Aksay district Rostov region. The experience began in 1986 in the system of contour and landscape organization of the territory of the slope with a steepness up to 3.5–4.0 degrees' by complex of forest stands and hydraulic structures. Spring barley yield capacity was studied in crop rotation, the forecrop was grain maize. The plots were placed by a randomized method. Three levels of mineral nutrition of plants were applied, two systems of basic tillage were studied – chisel and moldboard. An attempt to analyze the values of the hydrothermal coefficient index and to distribute all years of observations into two groups – arid and wet-was made. The obtained data helped to conclude that the following indices: the amount of precipitation for the year, the precipitation of the cold period, the precipitation of the growing season of spring barley were more than the mean long-term values in wet years, and the temperature is lower. In dry years, there is an inverse relationship ($r = 0.99$). The use of contour-strip territory planning on slopes up to 3.5–4.0 degrees' substantially reduces erosion processes (to safe limits). Chisel tillage allows accumulating precipitation of the cold period of the year by 26 % more than with moldboard, reduces the washout by 11–17 %, increases the spring barley yield from 2.50 t/ha at the natural level of nutrition up to 3.72 t/ha when applying increased doses of fertilizers. The most effective application rate of fertilizers for spring barley is 100 kg/ha crop rotation area under chisel, the yield increase was 9.3 kg/kg.

Key words: spring barley, hydrothermal index, runoff, washout, water permeability, soil density, yield, fertilizers payback.

Введение. Основной задачей агропромышленного комплекса Ростовской области является наращивание производства сельскохозяйственной продукции в объемах, позволяющих обеспечивать внутреннюю потребность рынка и частично импортировать ее за рубеж. Формирование эффективного, устойчивого и конкурентоспособного производства продукции позволит обеспечить продовольственную безопасность страны, повысить уровень и качество жизни сельского населения. В условиях ограниченного роста посевных площадей основной путь увеличения валовых сборов сельскохозяйственных культур заключается в повышении урожайности и качества зерна, а также использовании эродированных земель для получения продукции. Склоновые земли, подверженные эрозии, за счет стока и смыва теряют часть питательных элементов и гумуса. Из-за водной и ветровой эрозии почв недобор зерна по стране оценивается в 15,8 млн т/год, а общий ущерб составляет ежегодно более 9,7 млрд долл. [1, 2].

На Северном Кавказе яровой ячмень возделывается на площади около 2 млн га, при этом около 30 % посевов приходится на Ростовскую область. Урожайность ярового ячменя составляет 3–4 т/га зерна в зависимо-

сти от зоны возделывания при точном соблюдении современных технологий возделывания. Потенциальная урожайность зерна достигает 7,0 т/га. Урожайность ярового ячменя колеблется в зависимости от погодных условий: в неблагоприятные годы – 1,20 т/га, в благоприятные – 3,40 т/га [3, 4].

В технологии возделывания ярового ячменя велика роль основной обработки почвы. Она направлена, прежде всего, на защиту почв от эрозии, а также на максимальное накопление и сохранение влаги, создание оптимальных физико-химических свойств верхнего слоя почвы, в которую попадают семена при посеве, борьбу с сорной растительностью [5].

После основной обработки почвы в максимально взрыхленном состоянии наблюдается высокая водопроницаемость, позволяющая частично впитывать влагу и препятствовать развитию эрозионных процессов. Вместе с тем если на целине талые воды усваиваются полностью и отсутствует сток во время ливней, то на пашне сток может достигать больших размеров не только из-за низкой водопроницаемости, но и за счет малого количества стерневых и пожнивных остатков. Поэтому на пахотных черноземных почвах по сравнению с целиной возможна значительная потеря воды из-за поверхностного стока талых вод [6, 7].

При систематическом применении на черноземах обыкновенных эродированных почвозащитных технологий отмечено повышение содержания органического вещества, водопроницаемости, улучшение агрегатного состава почвы. Применение мелкой плоскорезной обработки с одновременным щелеванием обеспечивает более благоприятный водный режим. Лучшее использование осадков при почвозащитной обработке обусловлено наличием на поверхности поля пожнивных остатков и увеличением водопроницаемости почвы. Все эти меры позволяют защитить почву от развития эрозионных процессов и сохранить ее плодородие [8–12].

Целью исследований являлось изучение влияния способов обработки почвы и условий влагообеспеченности сельскохозяйственного года на вод-

но-физические свойства почвы, смыв, урожайность и окупаемость затрат на удобрения прибавкой урожая.

Материал и методы. Исследования были проведены в многофакторном стационарном опыте на склоне балки Большой Лог в Аксайском районе Ростовской области в 1990–2017 гг. Опыт был заложен в 1986 г. в системе контурно-ландшафтной организации территории склона крутизной до 3,5–4,0° с комплексом защитных лесных насаждений и простейших гидротехнических сооружений: валов-каналов и валов-террас, позволяющих снизить до безопасных пределов сток талой и ливневой воды, а также смыв почвы.

Почва опытного участка – чернозем обыкновенный тяжелосуглинистый на лессовидном суглинке, среднеэродированный. Среднегодовой сток 20 мм (максимальный 34,4 мм). Среднегодовой смыв почвы 18,5 т/га (максимальный – 42 т/га) [13]. Мощность $A_{\text{пах}}$ – 25–30 см, $A + B$ – от 30 до 40 см в зависимости от смывости. Порозность пахотного горизонта – 61,5 %, подпахотного – 54 %. НВ – 33–35 весовых процентов, влажность завядания – 15,4 %. Содержание гумуса в $A_{\text{пах}}$ 3,80–3,83 % (ГОСТ 26213-91), общего азота в слое 0–30 см 0,14–0,16 % (ГОСТ 26107-84), исходное содержание подвижных фосфатов – 15,7–18,2 мг, обменного калия 282–337 мг/кг почвы (ГОСТ 26205-91).

Климат зоны проведения исследований засушливый, умеренно жаркий, континентальный. Относительная влажность воздуха имеет ярко выраженный годовой ход. Наименьшие ее значения отмечаются в июле (50–60 %), минимальные в отдельные дни могут быть 25–30 % и ниже. Среднее многолетнее количество осадков 492 мм, распределение их в агрономической оценке часто малоблагоприятное (3,7 года из каждых 10). За весенне-летний период выпадает 260–300 мм. Накопление влаги в почве начинается в основном в конце октября – ноябре, и максимальный ее запас отмечается ранней весной (с середины марта до начала апреля). Осень наступает чаще всего в конце сентября.

Среднегодовая температура плюс 8,8 °С, средняя температура января минус 6,6 °С, июля – плюс 23 °С, минимальная зимой минус 41 °С, максимальная летом – до плюс 40 °С. Безморозный период 175–180 дней. Сумма активных температур 3210–3400 °С. Частые явления – суховеи, имеют место пыльные бури различной интенсивности. В сентябре начинается снижение температуры воздуха, особенно значительное в октябре. В первой декаде октября температура воздуха устойчиво переходит через 10 °С [14]. Исходные данные о температурном режиме и количестве осадков получены из отчетов института за ряд лет и обобщены для получения более достоверных данных при их математической обработке.

Урожайность ярового ячменя изучали в севообороте, развернутом в пространстве и во времени в трехкратной повторности, предшественником служила кукуруза на зерно. Делянки были размещены рендомизированным методом. Применяли три уровня минерального питания растений: 1 (первый уровень) – $N_{46}P_{24}K_{30}$ (на 1 га севооборотной площади), 2 (второй уровень) – $N_{84}P_{30}K_{48}$ (на 1 га севооборотной площади), контролем служил уровень питания, при котором удобрения не вносили. Также изучали две системы основной обработки почвы: чизельную и отвальную.

Материалом исследования служили сорта ярового ячменя Одесский 100, Прерия, Медикум 157. Урожайность определяли методом прямого комбайнирования комбайном «Сампо 500» с учетной площади 50 м² по методике Б. А. Доспехова. Плотность сложения почвы изучали в образцах с ненарушенным сложением, влажность – термостатно-весовым методом. Водопроницаемость почвы определяли при различных способах основной обработки почвы в два срока: при посеве яровых культур и в фазу полной спелости – с использованием метода залива колец [15]. Результаты исследований автором получены на протяжении последних 10 лет, а данные по предыдущим годам были взяты из отчетов и обобщены [16]. Математическую обработку полученных результатов проводили методом дис-

персионного анализа по Б. А. Доспехову (2011) с использованием персонального компьютера [17].

Результаты и обсуждение. Возделывание ярового ячменя на склоновых землях Ростовской области сопряжено с некоторыми трудностями. Одна из проблем ландшафтного земледелия связана с необходимостью сохранения и накопления влаги как в зимний период, так и в весенний. Другая, наиболее важная проблема – снижение стока талых вод и смыва почвы до безопасных пределов.

Наиболее значимыми климатическими факторами, определяющими продуктивность ярового ячменя, являются температура и влагообеспеченность как вегетационного периода, так и года в целом. Нами была рассчитана среднемноголетняя норма ГТК (гидротермического коэффициента) с 1990 по 2017 г. и по этому показателю все годы исследований были распределены на две группы. Годы, в которые ГТК был выше нормы, были условно отнесены в группу «влажные», а в которых был ниже – в «засушливые» (таблица 1).

Таблица 1 – Характеристика климатических показателей в стационарном опыте в Аксайском районе Ростовской области, среднее за 1990–2017 гг.

Показатель	Градация лет		
	норма	засушливые	влажные
Количество лет	–	16	12
Средний за годы исследований ГТК	0,83	0,63	1,11
Сумма осадков за год, мм	492	490	670
Осадки холодного периода, мм	172	168	236
Осадки вегетационного периода, мм	150	119	207
Осадки критического периода, мм	48,0	39,1	75,0
Средняя температура за год, °С	8,4	10,7	7,9
Температура холодного периода, °С	–2,7	0,1	–2,9
Температура вегетационного периода, °С	14,9	17,2	14,3
Температура критического периода, °С	16,1	17,3	14,5

Наблюдения проводили в течение 28 лет, из которых 57 % были охарактеризованы как засушливые годы и 43 % – как влажные. Суммарное количество осадков в годы с недостаточным увлажнением было практиче-

ски равно среднемноголетней норме, составляющей 492 мм, а во влажные годы этот показатель был на 36 % больше. Аналогичная закономерность наблюдалась при выпадении осадков в холодный период года. Количество осадков вегетационного периода ярового ячменя значительно отличалось от среднемноголетней нормы. В засушливые годы их количество было меньше на 21 %, а во влажные годы осадков выпадало на 38 % больше средней нормы. Среднегодовая температура в засушливые годы была больше на 27 %, или выше на 2,3 °С, по сравнению со среднемноголетними значениями, а во влажные годы этот показатель был незначительно меньше. Температурный режим вегетационного и критического периода развития ярового ячменя имел ту же закономерность, что и среднегодовые значения.

Из приведенных данных видно, что значения суммы осадков и осадков за период времени, выделенные в группу лет, охарактеризованных как влажные, выше среднемноголетней нормы, а температуры – ниже. В группе лет, названных засушливыми, наблюдается обратная зависимость ($r = 0,99$).

Одна из главных задач основной обработки почвы – это создание благоприятных условий для накопления доступной влаги в зимний период года. Хорошо разделанная почва способна накопить в холодный период и сохранить в весенне-летний период почвенную влагу в достаточном количестве для хорошего развития растений ячменя весной. Оптимальные условия для накопления осадков создаются при использовании различных почвообрабатывающих орудий. Выбор способов основной обработки почвы сводится к оптимизации двух противоположных процессов: максимального накопления почвенной влаги в осенне-зимний период и минимального расходования ее в летний период.

В годы с недостаточным увлажнением в холодный период в среднем выпадает осадков 168 мм в виде дождя и снега. В годы с достаточным увлажнением их количество увеличивается на 60 %. В зависимости от влагообеспеченности года, расхода влаги предшествующей культурой и спо-

сوبا основной обработки в метровом слое почвы может оставаться раз-
личное количество доступной влаги. В засушливые годы в вариантах с чи-
зельной обработкой на начало холодного периода влаги в почве содержа-
лось 49,5 мм, а во влажные годы на 33 % больше. Аналогичная закономер-
ность наблюдалась в вариантах с отвальной обработкой почвы.

Аккумуляция осадков холодного периода в различные по влагообес-
печенности годы складывается по-разному (таблица 2). В засушливые годы
почва, обработанная чизельным плугом, аккумулирует 45,8 % от всех
осадков, выпавших в холодное время года, что на 26 % больше, чем в ва-
риантах с отвальной обработкой. Во влажные годы преимущество имеет
отвальная обработка (15 %).

**Таблица 2 – Аккумуляция осадков холодного периода года в слое
почвы 0–100 см в зависимости от способа обработки
почвы, среднее за 1991–2017 гг.**

Обработка почвы	Запас влаги, мм		Накопление осадков за зимний период, мм	Осадки холодного периода, мм	Аккумуляция осадков, %
	начало холодного периода	окончание холодного периода			
Засушливые годы					
Ч	49,5	126,4	76,9	168	45,8
О	56,7	112,7	56,0		33,3
Влажные годы					
Ч	74,6	154,3	79,7	236	33,8
О	68,6	161,2	92,6		39,2

При разуплотнении пахотного слоя почвы создаются благоприятные
условия для усвоения почвенной влаги за счет увеличения поверхности
соприкосновения почвенных частиц с влагой выпадающих атмосферных
осадков и повышения скважности почвы. Однако излишне рыхлое состоя-
ние почвы при отвальной обработке способствует более интенсивному ис-
парению почвенной влаги в летний период.

Одной из главных задач обработки почвы в севооборотах, располо-
женных на эрозионно опасных склонах в засушливой зоне, является созда-
ние условий для накопления и сохранения почвенной влаги. Достигается
это благодаря оптимальному соотношению капиллярных и некапиллярных

промежутков в структурной почве, что обеспечивает достаточную водопроницаемость и возможность длительное время удерживать влагу. Рыхлая почва с высокой пористостью, обладая повышенной водопроницаемостью, быстро впитывает влагу атмосферных осадков, но и быстро теряет ее.

С изменением агрофизических свойств почвы изменяется ее впитывающая способность. В варианте с чизельной обработкой почвы в период сева яровых культур водопроницаемость за 1-й час составляла 0,71 мм/мин, а в варианте с отвальной обработкой на 0,08 мм/мин влага впитывалась лучше ($НСР_{05} = 0,02$). Плотность сложения почвы в слое 0–30 см в этот период времени была незначительно выше в варианте с чизельной обработкой почвы, чем в варианте с отвальной. К периоду полной спелости оба эти показателя возросли. Излишне плотная почва влагу поглощает медленнее, значительная часть ее также теряется за счет испарения и потерь со стоком с поверхности (рисунок 1).

Рисунок 1 – Зависимость водопроницаемости от плотности сложения почвы в различные сроки определения и при разных способах обработки

Наиболее полно агрономический смысл адаптивно-ландшафтного земледелия проявляется при контурно-мелиоративной организации территории, которая предполагает на эрозионно опасных склонах полосное приближенное к горизонталям размещение культур, а также приближенные к горизонталям направления обработки почвы, посева и других технологических операций по возделыванию сельскохозяйственных культур в севооборотах. Земледелие на ландшафтной основе предполагает комплекс аг-

ротехнических, лесомелиоративных, гидротехнических приемов, позволяющих сократить сток талой и ливневой воды, а также смыв почвы до опасных пределов.

Контурно-ландшафтная организация территории с полосным размещением культур на эрозионно опасных склонах и почвозащитные обработки позволяют перевести влагу атмосферных осадков при таянии снега в доступную почвенную влагу.

Проведенные исследования в условиях черноземов обыкновенных слабоэродированных позволили сделать вывод, что на показатель высоты снегового покрова в большей степени влияет способ обработки почвы, чем влагообеспеченность года. Во влажные годы снега накапливается на зяби на 24–30 % больше, чем в засушливые. Гладкие гребни, остающиеся после прохода по полю плуга с оборотом пласта, хуже задерживают снег, чем стерня, оставленная при использовании почвозащитных агрегатов (таблица 3).

Таблица 3 – Влияние способов обработки почвы на влагозапасы в снеге и смыв почвы в период активного снеготаяния, среднее за 1991–2017 гг.

Показатель	Засушливые годы		Влажные годы	
	Ч	О	Ч	О
Высота снегового покрова, см	11,4	9,2	16,4	12,1
Запас воды в снеге, т/га	285,0	230,0	410,0	302,5
Смыв, т/га	4,0	4,5	2,9	3,5

Как было отмечено выше, во влажные годы осадков в холодный период выпадает больше, чем в годы с недостаточным увлажнением. Запас воды в снеге, как и высота снегового покрова, также выше во влажные годы. В различные годы наблюдений и при различных обработках при таянии снега образуется от 230,0 до 410,0 т/га воды. Задача почвозащитного земледелия – эту влагу направить на создание земледельческой продукции и предотвратить процессы разрушения и деградации пашни.

Большое влияние на впитывающую способность почвы в холодный период оказывает глубина промерзания почвы. Она зависит от ряда факторов. Одним из них является температурный режим холодного периода, ко-

торый в засушливые годы выше, чем среднемноголетние значения. Как было отмечено ранее, в годы со среднесуточной температурой выше минус 2,7 °С почва промерзает незначительно и большую часть холодного периода обладает хорошей впитывающей способностью. Поэтому формирование эрозии и смыва почвы наблюдается нерегулярно.

Другой важный момент – это защищенность поля растительными остатками. Почвозащитные обработки, оставляя на поверхности поля стерню, препятствуют стоку воды и смыву почвы. За все годы наблюдения в вариантах с чизельной обработкой почвы смыв был меньше на 11–17 %, чем в вариантах с отвальной. Средние значения количества смытой почвы в засушливые годы в вариантах с чизельной обработкой были равны 4,0 т/га, а во влажные годы смыв по этой же обработке был меньше на 27 %. В засушливые годы при резком наступлении оттепели вода, образовавшаяся за счет интенсивного снеготаяния, не успевая впитываться, образует сток. Во влажные годы температурный режим холодного периода и интенсивность снеготаяния ниже, чем среднемноголетние значения, поэтому вода успевает впитаться в почву и твердый сток существенно снижается.

Для предотвращения стоковых процессов рекомендуется применять на полях, подверженных эрозии, полосное размещение культур и агрофонов, которое в значительной степени противостоит развитию процессов водной эрозии как в ранневесенний период стока талых вод, так и во время выпадения ливневых осадков. Защита почв от смыва осуществляется за счет разновременности таяния снега в полосах, обусловленной различным микроклиматом, который создается под различными культурами и агрофонами, различных водно-физических свойств почв, создания при обработке полос пограничных валов с широким основанием и использования противоэрозионной функции растительного покрова.

Контурно-полосное размещение сельскохозяйственных культур и агрофонов на склонах является наиболее простым организационно-

хозяйственным мероприятием, препятствующим возникновению эрозионных процессов. Отличие сплошного размещения культур от контурного заключается в том, что в первом случае поле разбивается на параллельные полосы поперек основного склона, а во втором случае полосы размещаются по контурам с учетом микрорельефа местности.

Система контурно-полосного размещения сельскохозяйственных культур и агрофонов на склонах предполагает чередование в полосах эрозионно устойчивых культур с эрозионно неустойчивыми культурами и агрофонами.

Защита эрозионно опасных склонов позволяет не только сохранить параметры почвенного плодородия, но и получить достаточно высокие урожаи возделываемых в севооборотах культур. Урожайность ярового ячменя за все годы исследования колебалась от 2,50 т/га на естественном уровне питания до 3,72 т/га при внесении повышенных доз удобрений. Наибольшая урожайность ярового ячменя отмечена во влажные годы (2,66–3,69 т/га). Анализ данных об урожайности в сравнении со средне-многолетними значениями (1990–2017 гг.) выявил, что в увлажненные и избыточно переувлажненные годы урожайность в вариантах естественного плодородия увеличивается на 6–7 %, а с применением удобрений – до 8 %. Недостаток влаги снижает урожайность культуры на 5–6 % в вариантах без внесения удобрений и до 7 % на удобренных фонах ($F_{\text{факт.}} > F_{05}$) (таблица 4).

Таблица 4 – Урожайность и окупаемость удобрений урожаем ярового ячменя в зависимости от влагообеспеченности года, уровня применения удобрений и обработки почвы, среднее за 1990–2017 гг.

Показатель	Уровень питания	Градация лет по влагообеспеченности					
		в среднем за годы исследования		влажные		засушливые	
		Ч	О	Ч	О	Ч	О
1	2	3	4	5	6	7	8
Урожайность, т/га	0	2,50	2,56	2,66	2,75	2,38	2,42
	1	3,31	3,35	3,59	3,62	3,09	3,13
	2	3,67	3,73	3,87	3,99	3,52	3,52

Продолжение таблицы 4

1	2	3	4	5	6	7	8
Окупаемость удобрений, кг/кг	1	8,1	7,8	9,3	8,7	7,1	7,2
	2	7,2	7,2	7,4	7,6	7,0	6,9
НСР ₀₅ в зависимости от обработки почвы (фактор Б), т	0,35			0,34		0,49	
НСР ₀₅ в зависимости от уровня питания (фактор А), т	0,24			0,23		0,26	

В годы с достаточным увлажнением внесение удобрений в средних дозах позволяет повысить урожайность ярового ячменя на 24–26 % и до 31 % при внесении повышенных доз удобрений. При недостаточном увлажнении почвы и наступлении почвенной засухи урожайность ярового ячменя в вариантах без внесения удобрений снижается по сравнению со среднепогодными значениями. Внесение удобрений в дозе 100 кг д. в./га севооборотной площади увеличивает урожай до 23 %, а при увеличении дозы в полтора раза – на 31 %.

Обработки почвы незначительно влияли на урожайность ярового ячменя, и прибавка урожая была в пределах ошибки опыта.

Эффективность использования удобрений под культуру определяется отношением прибавки урожая к дозе внесенных удобрений в действующем веществе на гектар севооборотной площади. Расчетные данные показали, что максимальная эффективность использования минеральных удобрений в средних дозах была отмечена во влажные годы и составляла от 8,7 до 9,3 кг/кг зерна, а увеличение дозы внесения удобрений в полтора раза несколько снизило окупаемость (до 7,4–7,6 кг/кг). В засушливые годы прибавка урожая ярового ячменя на 1 кг д. в. внесенных удобрений на 1-м уровне питания была равна 7,1–7,2 кг зерна, что на 17–23 % ниже, чем во влажные годы. На 2-м уровне применения удобрений окупаемость составила 6,9–7,1 кг/кг, что на 6–9 % ниже, чем во влажные годы. Применение чизельной обработки почвы в сравнении с отвальной в годы с 1-м уровнем питания увеличивает окупаемость удобрений на 7 %. Увеличение дозы удобрений не приводит к существенной разнице в их окупа-

емости. В годы с недостаточным увлажнением окупаемость удобрений существенно не отличается между дозами внесения и обработками почвы.

Выводы. Применение контурно-полосной организации территории на склонах крутизной до 3,5–4,0° существенно сокращает эрозионные процессы (до безопасных пределов) или приостанавливает их. Использование чизельной обработки почвы позволяет аккумулировать осадков в холодный период года на 26 % больше, чем в вариантах с отвальной обработкой, сокращает смыв почвы на 11–17 %, повышает урожайность ярового ячменя до 3,72 т/га при внесении повышенных доз удобрений. Наиболее эффективно применение удобрений под яровой ячмень в дозе 100 кг д. в./га севооборотной площади при чизельной обработке, прибавка урожая составила 9,3 кг зерна на 1 кг внесенных удобрений.

Список использованных источников

- 1 Каштанов, А. Н. Концепция устойчивого земледелия России / А. Н. Каштанов // Земледелие. – 2000. – № 3. – С. 10–12.
- 2 Методическое обеспечение мониторинга земель сельскохозяйственного назначения: материалы Всерос. науч. конф. – М.: Почв. ин-т им. В. В. Докучаева Россельхозакадемии, 2010. – 554 с.
- 3 Шевченко, П. Д. Кормопроизводство степной зоны России: монография / П. Д. Шевченко, Г. Т. Балакай. – Новочеркасск: Оникс+, 2007. – 422 с.
- 4 Давыдова, А. А. Влияние способов основной обработки почвы на развитие корневой системы и урожайность ячменя / А. А. Давыдова // Агроэкологические проблемы почвоведения и земледелия: сб. докл. науч.-практ. конф. Курского отд-ния «Общество почвоведов имени В. В. Докучаева». – Курск: ВНИИЗиЗПЭ РАСХН, 2011. – С. 30–32.
- 5 Каличкин, В. К. Минимальная обработка почвы в Сибири: проблемы и перспективы / В. К. Каличкин // Земледелие. – 2008. – № 5. – С. 24–26.
- 6 Макурина, О. Н. Влияние минимизации обработки почв на их эколого-биохимические характеристики / О. Н. Макурина, Г. В. Милюткина // Вестник Самарского государственного университета. Естественнонаучная серия. – 2006. – № 7. – С. 128–133.
- 7 Полуэктов, Е. В. Водопроницаемость и эрозия почв / Е. В. Полуэктов. – Новочеркасск, 1994. – 127 с.
- 8 Спирин, А. П. Влагосберегающие агроприемы / А. П. Спирин // Земледелие. – 1998. – № 2. – С. 16–18.
- 9 Гулидова, В. А. Оптимизация обработки почвы под яровой ячмень / В. А. Гулидова // Земледелие. – 2001. – № 6. – С. 18–19.
- 10 Skuodiene, R. The influence of primary soil tillage on soil weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation / R. Skuodiene, D. Karcauskiene, S. Ciuberkis // Zemdirbyste. – 2013. – Vol. 100, № 1. – P. 25–32.
- 11 Noworolnik, K. Response of new cultivars of spring barley to sowing rate /

K. Noworolnik // Polish Journal of Agronomy. – 2015. – № 23. – P. 63–68.

12 The effect of the previous crop and differentiated fertilization on yields and content of N-substances in spring barley grain / L. Hrivna, R. Richter, P. Ryant, M. Prikopa // Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis. – 2009. – Vol. 57, № 5. – P. 141–147.

13 Кисс, Н. Н. Обоснование технологии возделывания гороха посевного на склоновых землях Ростовской области / Н. Н. Кисс // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. – 2016. – № 3(59). – С. 47–49.

14 Селянинов, Г. Т. Методика сельскохозяйственной характеристики климата / Г. Т. Селянинов. – Л.; М.: Гидрометеиздат, 1977. – 220 с. – (Мировой агроклиматический справочник).

15 Доспехов, Б. А. Практикум по земледелию: учеб. пособие для студентов высш. учеб. заведений / Б. А. Доспехов, И. П. Васильев, А. М. Туликов. – М.: Колос, 1987. – 384 с.

16 Водный режим под озимой пшеницей в севооборотах на эрозионно опасном склоне / И. Н. Листопадов, Э. А. Гаевая, Д. С. Игнатьев, А. Е. Мищенко // Земледелие. – 2012. – № 1. – С. 6–8.

17 Доспехов, Б. А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследования): учебник / Б. А. Доспехов. – 6-е изд. – М.: Альянс, 2011. – 352 с.

References

1 Kashtanov A.N., 2000. *Kontseptsiya ustoychivogo zemledeliya Rossii* [The Concept of Sustainable Agriculture in Russia]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 3, pp. 10-12. (In Russian).

2 *Metodicheskoe obespechenie monitoringa zemel' sel'skokhozyaystvennogo naznacheniya: materialy Vserossiiskoy nauchnoy konferentsii* [Methodological Support of Monitoring of Agricultural Land: Proceed. All-Russian scientific conference]. Moscow, Soil Institute named after V.V. Dokuchaev Russian Agricultural Academy, 2010, 554 p. (In Russian).

3 Shevchenko P.D., Balakay G.T., 2007. *Kormoproizvodstvo stepnoy zony Rossii: monografiya* [Forage Production of Steppe Zone of Russia: monograph]. Novocherkassk, Oniks + Publ., 422 p. (In Russian).

4 Davydova A.A., 2011. *Vliyanie sposobov osnovnoy obrabotki pochvy na razvitie kornevoy sistemy i urozhaynost' yachmenya* [Influence of basic soil tillage practices on the development of the root system and the yield of barley]. *Agroekologicheskie problemy pochvovedeniya i zemledeliya: sb. dokl. nauch.-prakt. konferentsii Kurskogo otdekeniya «Obshchestvo pochvovedov imeni V. V. Dokuchayeva»*. [Agroecological Problems of Soil Science and Agriculture: Proceed. scientific-practical conference of Kursk branch of Soil Science Society named after V.V. Dokuchaev]. Kursk, VNIIZiZPE RAAS Publ., pp. 30-32. (In Russian).

5 Kalichkin V.K., 2008. *Minimal'naya obrabotka pochvy v Sibiri: problemy i perspektivy* [The minimum soil tillage in Siberia: problems and prospects]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 5, pp. 24-26. (In Russian).

6 Makurina O.N., Milyutkina G.V., 2006. *Vliyanie minimizatsii obrabotki pochv na ikh ekologo-biokhimicheskie kharakteristiki* [Influence of minimization of soil tillage on their ecological and biochemical characteristics]. *Vestnik Samarskogo gosudarstvennogo universiteta. Estestvennonauchnaya seriya*. [Bull. of Samara State University. Natural science series], no. 7, pp. 128-133. (In Russian).

7 Poluektov E.V., 1994. *Vodopronitsaemost' i eroziya pochv* [Water Permeability and Soil Erosion]. Novocherkassk, 127 p. (In Russian).

8 Spirin A.P., 1998. *Vlagosberegayushchie agropriemy* [Moisture-saving agricultural practices]. *Zemledelie* [Agriculture], no 2, pp. 16-18. (In Russian).

9 Gulidova V.A., 2001. *Optimizatsiya obrabotki pochvy pod yarovoy yachmen'* [Optimization of soil cultivation under spring barley]. *Zemledeliye* [Agriculture], no. 6, pp. 18-19.

10 Skuodiene R., Karcauskiene D., Ciuberkis S., 2013. The influence of the primary soil tillage on the soil, weed seed bank and weed incidence in a cereal-grass crop rotation. *Zemdirbyste*, vol. 100, no. 1, pp. 25-32. (In English).

11 Noworolnik K., 2015. Response of new cultivars of spring barley to sowing rate. *Polish Journal of Agronomy*, no. 23, pp. 63-68. (In English).

12 Hrivna L., Richter R., Ryant P., Prikopa M., 2009. The effect of the previous crop and differentiated fertilization on yields and content of N-substances in spring barley grain. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, vol. 57, no. 5, pp. 141-147. (In English).

13 Kiss N.N., 2016. *Obosnovanie tekhnologii vzdelyvaniya gorokha posevno na sklonovykh zemlyakh Rostovskoy oblasti* [Substantiation of the technology of peas cultivation on the sloping lands of Rostov region]. *Izvestiya Orenburgskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta* [Proceed. of Orenburg State Agrarian University], no. 3(59), pp. 47-49. (In Russian).

14 Selyaninov G.T., 1977. *Metodika sel'skokhozyaystvennoy kharakteristiki klimata* [Methodology of Agricultural Characteristics of Climate]. Leningrad, Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 220 p. *Mirovoy Agroklimaticheskiy spravochnik* (World Agroclimatic Reference Book). (In Russian).

15 Dospekhov B.A., Vasiliev I.P., Tulikov A.M., 1987. *Praktikum po zemledeliyu: uchebnoe posobie dlya studentov vysshikh uchebnykh zavedeniy* [Workshop on Agriculture: Textbook for students of higher educational institutions]. Moscow, Kolos Publ., 384 p. (In Russian).

16 Listopadov I.N., Gaevaya E.A., Ignatyev D.S., Mishchenko A.E., 2012. *Vodnyy rezhim pod ozimoy pshenitsey v sevooborotakh na erozionno opasnom sklone* [Water regime for winter wheat in crop rotations on an erosion hazard slope]. *Zemledelie* [Agriculture], no. 1, pp. 6-8. (In Russian).

17 Dospekhov B.A., 2011. *Metodika polevogo opyta (s osnovami statisticheskoy obrabotki rezul'tatov issledovaniya): uchebnik* [Methodology of field experience (with basics of statistical processing of research results): textbook]. 6th ed. Moscow, Al'yans Publ., 352 p. (In Russian).

Гаевая Эмма Анатольевна

Ученая степень: кандидат биологических наук

Должность: ведущий научный сотрудник

Место работы: федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный Ростовский аграрный научный центр»

Адрес организации: ул. Институтская, 1, Аксайский район, п. Рассвет, Ростовская область, Российская Федерация, 346735

E-mail: emmaksay@inbox

Gaevaya Emma Anatolyevna

Degree: Candidate of Biological Sciences

Position: Leading Researcher

Affiliation: Federal Rostov Agricultural Research Centre

Affiliation address: str. Insitutskaya, 1, Rassvet, Aksay district, Rostov region, Russian Federation, 346735

E-mail: emmaksay@inbox